This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

UC-NRLF
$B 314 798

IN MEMORIAM
Eugene W. Hilgard

Die Chemie

in

ihrer Anwendung

auf

Agricultur und Physiologie.

Druck und Papier
von Fr. Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Die Chemie

in

ihrer Anwendung

auf

Agricultur und Physiologie.

Von

Justus Liebig.

Sechste Auflage.

Braunschweig,

Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1846.

7956
E.W. Hilgard
V65

UNIV. OF
CALIFORNIA

An

Alexander von Humboldt.

415417

Während meines Aufenthalts in Paris gelang es mir, im Sommer 1823 eine analytische Untersuchung über Howard's fulminirende Silber- und Queckſilber-Verbindungen, meine erſte Arbeit, zum Vortrag in der Königlichen Akademie zu bringen.

Zu Ende der Sitzung vom 28. Juli, mit dem Zuſammenpacken meiner Präparate beſchäftigt, näherte ſich mir, aus der Reihe der Mitglieder der Akademie, ein Mann und knüpfte mit mir eine Unterhaltung an; mit der gewinnendſten Freundlichkeit wußte er den Gegenſtand meiner Studien und alle meine Beſchäftigungen und Pläne von mir zu erfahren; wir trennten uns, ohne daß ich, aus Unerfahrenheit und Scheu, zu fragen wagte, weſſen Güte an mir Theil genommen habe.

Dieſe Unterhaltung iſt der Grundſtein meiner Zukunft geweſen, ich hatte den für meine wiſſenſchaftlichen Zwecke mächtigſten und liebevollſten Gönner und Freund gewonnen.

Sie waren Tags zuvor von einer Reiſe aus Italien zurückgekommen; Niemand war von Ihrer Anweſenheit unterrichtet.

Unbekannt, ohne Empfehlungen, in einer Stadt, wo der Zuſammenfluß ſo vieler Menſchen aus allen Theilen der Erde das größte Hinderniß iſt, was einer nähern perſönlichen Berührung mit den dortigen ausgezeichneten und berühmten Na-

turforſchern und Gelehrten ſich entgegenſtellt, wäre ich, wie ſo viele Andere, in dem großen Haufen unbemerkt geblieben und vielleicht untergegangen; dieſe Gefahr war völlig abgewendet.

Von dieſem Tage an waren mir alle Thüren, alle Inſtitute und Laboratorien geöffnet; das lebhafte Intereſſe, welches Sie mir zu Theil werden ließen, gewann mir die Liebe und innige Freundſchaft meiner mir ewig theuren Lehrer Gay-Luſſac, Dulong und Thénard. Ihr Vertrauen bahnte mir den Weg zu einem Wirkungskreiſe, den ſeit 16 Jahren ich unabläſſig bemüht war, würdig auszufüllen.

Wie Viele kenne ich, welche, gleich mir, die Erreichung ihrer wiſſenſchaftlichen Zwecke Ihrem Schutze und Wohlwollen verdanken! Der Chemiker, Botaniker, Phyſiker, der Orientaliſt, der Reiſende nach Perſien und Indien, der Künſtler, Alle erfreuten ſich gleicher Rechte, gleichen Schutzes; vor Ihnen war kein Unterſchied der Nationen, der Länder. Was die Wiſſenſchaften in dieſer beſondern Beziehung Ihnen ſchuldig ſind, iſt nicht zur Kunde der Welt gekommen, allein es iſt in unſerer Aller Herzen zu leſen.

Möchten Sie es mir geſtatten, die Gefühle der innigſten Verehrung und der reinſten aufrichtigſten Dankbarkeit öffentlich auszuſprechen.

Das kleine Werk, welches ich mir die Freiheit nehme, Ihnen zu widmen, ich weiß kaum, ob ein Theil davon mir als Eigenthum angehört; wenn ich die Einleitung lese, die Sie vor 42 Jahren zu J. Ingenhouß Schrift »über die Ernährung der Pflanzen« gegeben haben, so scheint es mir immer, als ob ich eigentlich nur die Ansichten weiter ausgeführt und zu beweisen gesucht hätte, welche der warme, immer treue Freund von Allem, was wahr, schön und erhaben ist, welche der Alles belebende, thätigste Naturforscher dieses Jahrhunderts darin ausgesprochen und begründet hat.

Von der British association for the advancement of science habe ich 1837 in einer ihrer Sitzungen in Liverpool den ehrenvollen Auftrag erhalten, einen Bericht über den Zustand unserer Kenntnisse in der organischen Chemie abzustatten. Auf meinen Antrag hat die Gesellschaft beschlossen, den Herrn Dumas in Paris, Mitglied der Akademie, zu ersuchen, mit mir gemeinschaftlich die Abstattung dieses Berichts übernehmen zu wollen. Dies ist die Veranlassung zur Herausgabe des vorliegenden Werkes gewesen, worin ich die organische Chemie in ihren Beziehungen zur Pflanzenphysiologie und Agricultur, sowie die Veränderungen, welche organische Stoffe in den Processen der Gährung, Fäulniß und Verwesung erleiden, darzustellen versucht habe.

In einer Zeit, wo das rastlose Streben nach Neuem, oft so Werthlosem der jüngern Generation kaum einen Blick auf die Grundpfeiler gestattet, welche das schönste und mächtigste Gebäude tragen, wo diese Grundpfeiler, des äußern Zierraths und der Tünche wegen, dem oberflächlichen Beobachter kaum mehr erkennbar sind, wenn in dieser Zeit ein Eindringling in fremde Fächer es wagt, die Aufmerksamkeit und Kräfte der Naturforscher auf Gegenstände des Wissens zu lenken, die vor allen anderen längst schon verdienten, zum Ziel und Zweck ihrer Anstrengung und Bemühung gewählt zu werden, so kann man des Erfolgs nicht gewiß sein; denn wenn auch des Menschen Wille, Gutes zu bewirken, keine Grenzen kennt, so sind doch seine Mittel und sein Können in engere Schranken eingeschlossen.

Ganz abgesehen von den besonderen Beobachtungen, die ich darin zusammengestellt habe, würde es für mich die größte Befriedigung sein, wenn die Principien der Naturforschung, welche ich in diesem kleinen Werke auf die Entwickelung und Ernährung der Pflanzen anzuwenden Gelegenheit bekam, sich Ihres Beifalls zu erfreuen das Glück hätten.

Gießen, den 1sten August 1840.

Dr. Justus Liebig.

Vorwort.

Manche Ansichten und Grundsätze, die ich in Beziehung auf die Ernährung und insbesondere auf die Cultur der Gewächse zu entwickeln versuchte, haben gleich nach dem Erscheinen der ersten Auflage dieses Buches lebhaften Widerspruch gefunden; in den folgenden drei Auflagen konnte ich mich noch nicht entschließen, Aenderungen zu machen, weil ich die wissenschaftliche Erörterung der angeregten so wichtigen Fragen noch nicht für geschlossen hielt, und weil ich glaubte, nur der Erfahrung die Entscheidung zugestehen zu dürfen.

Eine nicht geringe Anzahl der gemachten Einwürfe beruhte auf einem Mangel an gegenseitigem Verständniß, andere bezogen sich auf Sätze und Behauptungen, welche mit dem eigentlichen Zwecke des Buches in keinem Zusammenhange standen; ich habe diese durch Hinweglassen aller solcher angefochtenen Stellen beseitigt.

In den drei Jahren, die zwischen dieser und der ersten Auflage liegen, habe ich keine Gelegenheit unbenutzt vorübergehen lassen, um die entwickelten Grundsätze der Pflanzenernährung und ihrer Anwendung auf die Agricultur einer strengen und sorgfältigen Prüfung zu unterwerfen; durch eine Reise in die Agriculturdistricte Englands und Schottlands habe ich den Zustand des practischen Feldbaues und die Bedürfnisse der Landwirthschaft kennen zu lernen gesucht, und es sind gleichfalls während dieser Zwischenzeit in dem hies-

gen Laboratorium eine große Anzahl von Untersuchungen angestellt worden, lediglich zu dem Zwecke, um meinen Vorstellungen über die Ursache der Vortheilhaftigkeit des Fruchtwechsels eine festere Grundlage zu geben und jeden Zweifel darüber zu verbannen.

In meiner »organischen Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie« habe ich den Ernährungsproceß des thierischen Organismus einer nähern Untersuchung unterworfen, und ich bin erst nach Vollendung dieser Arbeit im Stande gewesen, meiner Ansicht über den Ursprung der thierischen Excremente und über die Ursache ihrer wohlthätigen Wirkung auf die Entwickelung aller Gewächse einen ganz bestimmten und einfachen Ausdruck zu geben.

Niemand möchte wohl jetzt, wo die Bedingungen, welche den Boden fruchtbar und fähig machen, das Leben der Pflanzen zu unterhalten, ermittelt sind, leugnen, daß nur von der Chemie aus weitere Fortschritte in der Agricultur erwartet werden können.

Ein jeder Unbefangene wird zuletzt, wie ich hoffe, aus dieser sechsten Auflage die Ueberzeugung schöpfen, daß ich mit Ernst darnach gestrebt habe, meine Ansichten zu vervollkommnen und zu verbessern, und mit dem besten Willen bemüht gewesen bin, die Wahrheit zu erkennen und den Irrthum zu beseitigen.

Inhalt.

Erster Theil.

Der chemische Proceß der Ernährung der Vegetabilien.

	Seite
Gegenstand	3
Die allgemeinen Bestandtheile der Vegetabilien	4
Der Ursprung und die Assimilation des Kohlenstoffs	6
Ursprung und Verhalten des Humus	36
Der Ursprung und die Assimilation des Wasserstoffs	44
Der Ursprung und die Assimilation des Stickstoffs	50
Der Ursprung des Schwefels	75
Die anorganischen Bestandtheile der Vegetabilien	83
Der Ursprung der Ackererde	106
Die Cultur	122
Die Brache	165
Die Wechselwirthschaft	180
Der Dünger	226
Rückblick	253
Anhang:	
Die Quellen des Ammoniaks	279
Ist die Salpetersäure ein Nahrungsmittel für die Gewächse?	292
Nimmt der Stickstoff der Luft Antheil an der Vegetation?	305
Der Riesentang	308
Zusammensetzung der künstlichen Ackererde ꝛc., von Prof. Wiegmann und Polstorf	311
Tabellen über den Gehalt an Feuchtigkeit der in Bousfingault's Versuchen analysirten Pflanzenstoffe	318
Zusammensetzung der Aschen von zu Bechelbronn geernteten Pflanzen	322
Tabelle über die einem Felde gegebenen und genommenen Aschenbestandtheile	323
Uebersicht über die auf eine Hectare für 5 Jahre gebrachten Aschenbestandtheile in Kilogrammen	324
Topinambour-Cultur	324
Uebersicht über die dem Boden gegebenen und genommenen Aschenbestandtheile bei der Cultur der Topinambour	325
Zusammensetzung eines Stalldüngers	327
Analysen einiger Pflanzenaschen, von Hertwig	328
Analyse der Roggenstrohasche, von Dr. Fresenius	329
Aschen-Analysen, von Berthier	330
Zu de Saussure's Untersuchungen über den Ursprung der mineralischen Bestandtheile der Pflanzen	333
Analysen einiger Pflanzenaschen, von de Saussure	334

Seite
Neuere Analysen von Pflanzenaschen 342
Analysen thierischer Excremente 354
Harn-Analysen von Lecanu in 1000 Theilen 355
Harn-Analysen von Lehmann 356
Harn von Pflanzenfressern. Analyse von v. Bibra. In 1000 Theilen 357
Harn von Pflanzenfressern. Analyse von v. Bibra. Aschenbestandtheile in pCt. 358
Harn von Pflanzenfressern. Analyse von Boussingault . . . 359
Guano, afrikanischer. Analyse von Teschemacher 359
Guano, chilenischer Analyse von Colquhoun 360
Guano. Analyse von Kersten 360
Guano. Analyse von D. J. Davy 361
Guano, afrikanischer. Analyse von Francis 361
Analyse eines braungelben Guano, von Oellacher 362
Peruanischer Guano. Analyse von Dr. Ure 362
Afrikanischer Guano. Analyse von Dr. Ure 363
Chilenischer Guano. Analyse von Dr. Ure 363
Afrikanischer Guano. Analyse von Dr. Ure 363
Amerikanischer Guano. Analyse dreier Sorten von Denham Smith 364
Analysen thierischer Excremente 366
Mergel-Analysen von E. O. F. Krocker 367
Tabelle über den Ammoniakgehalt des Ackerbodens, von Dr. Krocker 368

Zweiter Theil.

Der chemische Proceß der Gährung, Fäulniß und Verwesung.

Chemische Metamorphosen 371
Die Ursache, wodurch Gährung, Fäulniß und Verwesung bewirkt werden 374
Gährung und Fäulniß 384
Metamorphosen stickstofffreier Körper 391
Metamorphosen stickstoffhaltiger Körper 393
Gährung des Zuckers 400
Hefe, Ferment 403
Verwesung 411
Verwesung stickstofffreier Körper. — Essigbildung 421
Verwesung stickstoffhaltiger Materien. — Salpeterbildung . . . 427
Wein- und Biergährung 432
Pilz- und Infusorien-Gährung 453
Die Verwesung der Holzfaser 467
Dammerde 475
Vermoderung. Papier, Braunkohle und Steinkohle 477
Gift, Contagien, Miasmen 487
Anhang zu Seite 466 536
Vergleichung von Feldmaßen in verschiedenen europäischen Staaten 538

Erſter Theil.

Der

chemiſche Proceß der Ernährung

der

Vegetabilien.

Gegenstand.

Die organische Chemie hat zur Aufgabe die Erforschung der chemischen Bedingungen des Lebens und der vollendeten Entwickelung aller Organismen.

Das Bestehen aller lebendigen Wesen ist an die Aufnahme gewisser Materien geknüpft, die man Nahrungsmittel nennt; sie werden in dem Organismus zu seiner eigenen Ausbildung und Reproduction verwendet.

Die Kenntniß der Bedingung ihres Lebens und Wachsthums umfaßt demnach die Ausmittelung der Stoffe, welche zur Nahrung dienen, die Erforschung der Quellen, woraus diese Nahrung entspringt, und die Untersuchung der Veränderungen, die sie bei ihrer Assimilation erleiden.

Den Menschen und Thieren bietet der vegetabilische Organismus die ersten Mittel zu seiner Entwickelung und Erhaltung dar.

Die ersten Quellen der Nahrung der Pflanzen liefert ausschließlich die anorganische Natur.

Der Gegenstand dieses Werkes ist die Entwickelung des chemischen Processes der Ernährung der Vegetabilien, sowie der Veränderungen, die nach ihrem Tode eintreten.

Der erste Theil ist der Aufsuchung der Nahrungsmittel, sowie den Veränderungen gewidmet, die sie in dem lebenden Organismus erleiden; es sollen darin die chemischen Verbindungen betrachtet werden, welche den Pflanzen ihre Hauptbestandtheile, den Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff,

Sauerstoff und Schwefel, liefern, sowie die Beziehungen, in welchen die Lebensfunctionen der Vegetabilien zu dem thierischen Organismus und zu anderen Naturerscheinungen stehen.

Der zweite Theil handelt von den chemischen Processen, welche nach dem Tode aller Organismen ihre völlige Vernichtung bewirken; es sind dies die eigenthümlichen Zersetzungsweisen, die man mit Gährung, Fäulniß und Verwesung bezeichnet; es sollen darin die Veränderungen der Bestandtheile der Organismen bei ihrem Uebergange in anorganische Verbindungen, sowie die Ursachen betrachtet werden, von denen sie abhängig sind.

Die allgemeinen Bestandtheile der Vegetabilien.

Kohlenstoff und Wasserstoff sind Bestandtheile aller Pflanzen, und zwar eines jeden ihrer Organe.

Die Hauptmasse aller Vegetabilien besteht aus Verbindungen, welche Kohlenstoff und die Elemente des Wassers, und zwar in dem nämlichen Verhältnisse wie im Wasser, enthalten; hierher gehören die Holzfaser, das Stärkemehl, Zucker und Gummi.

Eine andere Klasse von Kohlenstoffverbindungen enthält die Elemente des Wassers, plus einer gewissen Menge Sauerstoff, sie umfaßt mit wenigen Ausnahmen die zahlreichen in den Pflanzen vorkommenden organischen Säuren.

Eine dritte besteht aus Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff, welche entweder keinen Sauerstoff enthalten, oder, wenn Sauerstoff einen Bestandtheil davon ausmacht,

so ist seine Quantität stets kleiner, als dem Gewichtsverhältnisse entspricht, in dem er sich mit Wasserstoff zu Wasser verbindet. Sie können demnach betrachtet werden als Verbindungen des Kohlenstoffs mit den Elementen des Wassers, plus einer gewissen Menge Wasserstoff. Die flüchtigen und fetten Oele, das Wachs, die Harze gehören dieser Klasse an. Manche davon spielen die Rolle von Säuren.

Die organischen Säuren sind Bestandtheile aller Pflanzensäfte und, mit wenigen Ausnahmen, an anorganische Basen, an Metalloxyde, gebunden; die letzteren fehlen in keiner Pflanze, sie bleiben nach der Einäscherung derselben in der Asche zurück.

Der Stickstoff ist in den Pflanzen in der Form von Säuren, von indifferenten Stoffen und von eigenthümlichen Verbindungen enthalten, welche alle Eigenschaften von Metalloxyden besitzen; die letzteren heißen organische Basen. Alle Samen ohne Ausnahme enthalten eine Stickstoffverbindung.

Seinem Gewichtsverhältnisse nach macht der Stickstoff nur einen kleinen Theil der Masse der Pflanzen aus, er fehlt aber in keinem Vegetabil, oder Organe eines Vegetabils; wenn er keinen Bestandtheil eines Organs ausmacht, so findet er sich dennoch unter allen Umständen in dem Safte, der die Organe durchdringt.

Die in dem Samen und dem Safte der Pflanzen nie fehlenden Stickstoffverbindungen enthalten eine gewisse Menge Schwefel. Die Samen, der Saft oder die Organe von manchen Pflanzengattungen liefern durch Destillation mit Wasser eigenthümliche flüchtige ölartige Verbindungen, die sich durch einen beträchtlichen Gehalt von Schwefel und Stickstoff vor allen anderen unterscheiden. Das flüchtige Oel

des Meerrettigs und der Senfsamen, gehören zu dieser Klasse von Schwefelverbindungen.

Die Bestandtheile aller Vegetabilien lassen sich nach dem Obigen in zwei große Klassen scheiden.

Die eine dieser Klassen enthält als Bestandtheil Stickstoff, in der andern fehlt dieses Element.

Unter den stickstofffreien Verbindungen giebt es sauerstoffhaltige (Amylon, Holzfaser ꝛc.) und sauerstofffreie (Terpentinöl, Citronöl ꝛc.).

Die stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile zerfallen in drei Unterabtheilungen: in schwefel- und sauerstoffhaltige (in allen Samen), in schwefelhaltige und sauerstofffreie (im Senföl), in schwefelfreie (die organischen Basen ꝛc.) Verbindungen.

Die Entwickelung einer Pflanze ist nach dieser Auseinandersetzung abhängig von der Gegenwart einer Kohlenstoffverbindung, welche ihr den Kohlenstoff, einer Stickstoffverbindung, welche ihr den Stickstoff, einer Schwefelverbindung, die ihr den Schwefel liefert; sie bedarf noch außerdem des Wassers und seiner Elemente, sowie eines Bodens, welcher die anorganischen Materien darbietet, ohne die sie nicht bestehen kann.

Der Ursprung und die Assimilation des Kohlenstoffs *).

Die Landwirthschaft und einige Pflanzenphysiologen betrachten einen Gemengtheil der Acker- und Dammerde, dem man

*) Vergleicht man das Gewicht des Extracts (der löslichen Theile), welche der fruchtbarste Boden liefern kann, mit dem Gewichte der

den Namen Humus gegeben hat, als das Hauptnahrungsmittel, was die Pflanzen aus dem Boden aufnehmen, und ſeine Gegenwart als die wichtigſte Bedingung ſeiner Fruchtbarkeit.

Dieſer Humus iſt das Product der Fäulniß und Verweſung von Pflanzen und Pflanzentheilen.

Die Chemie bezeichnet mit Humus eine braune, in Waſſer in geringer Menge, in Alkalien leichter lösliche Materie, welche, als Product der Zerſetzung vegetabiliſcher Stoffe, durch die Einwirkung von Säuren oder Alkalien erhalten wird. Dieſer Humus hat von der Verſchiedenheit in ſeiner äußern Beſchaffenheit und ſeinem Verhalten verſchiedene Namen erhalten: Ulmin, Humusſäure, Humuskohle, Humin heißen dieſe verſchiedenen Modificationen des Humus der Chemiker; ſie werden erhalten durch Behandlung des Torfs, der Holzfaſer, des Ofenruſſes, der Braunkohlen mit Alkalien, oder durch Zerſetzung des Zuckers, der Stärke, des Milchzuckers vermittelſt Säuren, oder durch Berührung alkaliſcher Löſungen der Gerbe- und Gallusſäure mit der Luft.

Humusſäure heißt die in Alkalien lösliche, Humin und Humuskohle die unlösliche Modification des Humus.

Den Namen nach, die man dieſen Materien gegeben hat, iſt man leicht verführt, ſie für identiſch in ihrer Zuſammenſetzung zu halten. Dies wäre aber der größte Irrthum, den man begehen kann, denn merkwürdiger Weiſe ſtehen Zucker, Eſſigſäure und Colophonium in dem Gewichtsverhältniſſe ihrer Beſtandtheile nicht weiter auseinander.

Pflanze, die ſich darauf entwickelt hat, ſo findet ſich, daß ſie nur eine ſehr geringe Menge ihrer eigenen Subſtanz daraus empfangen konnte. (de Saussure, Recherches sur la vegetation. Deutſche Ausgabe von Voigt. Leipzig, Reclam. S. 249.)

Die Humusſäure, aus Sägeſpänen mit Kalihydrat erhalten, enthält nach Peligot's Analyſe 72 p. c. Kohlenſtoff, die Humusſäure aus Torf und Braunkohle nach Sprengel 58 p. c., die aus Zucker mit verdünnter Schwefelſäure nach Malaguti 57 p. c., die aus demſelben Körper und aus Stärke mit Salzſäure gewonnene nach Stein 64 p. c. Kohlenſtoff.

Nach Malaguti enthält die Humusſäure Waſſerſtoff und Sauerſtoff zu gleichen Aequivalenten, in dem Verhältniſſe alſo wie im Waſſer; nach Sprengel's Analyſe iſt darin weniger Waſſerſtoff enthalten, und nach Peligot enthält die Humusſäure ſogar auf 14 Aeq. Waſſerſtoff nur 6 Aeq. Sauerſtoff, alſo 8 Aeq. Waſſerſtoff mehr, als dieſem Verhältniß entſpricht.

Faules Weidenholz, Torf und Dammerde hinterlaſſen nach ihrer Ausziehung mit Waſſer und Weingeiſt eine braune feſte Subſtanz, welche an Alkalien eine Humusſäure abgiebt, die, außer Kohlenſtoff und den Elementen des Waſſers, noch eine gewiſſe Menge Ammoniak in chemiſcher Verbindung enthält. (Mulder, Herrmann.)

Man ſieht leicht, daß die Chemiker bis jetzt gewohnt waren, alle Zerſetzungsproducte organiſcher Verbindungen von brauner oder braunſchwarzer Farbe mit Humusſäure oder Humin zu bezeichnen, je nachdem ſie in Alkalien löslich waren, oder nicht, daß aber dieſe Producte in ihrer Zuſammenſetzung und Entſtehungsweiſe nicht das Geringſte mit einander gemein haben.

Man hat nun nicht den entfernteſten Grund zu glauben, daß das eine oder das andere dieſer Zerſetzungsproducte, in der Form und mit den Eigenſchaften begabt, die man den vegetabiliſchen Beſtandtheilen der Dammerde zu-

ſchreibt, in der Natur vorkommt, man hat nicht einmal den Schatten eines Beweiſes für die Meinung, daß eines von ihnen als Nahrungsſtoff oder ſonſt irgend einen Einfluß auf die Entwickelung einer Pflanze ausübt.

Die Eigenſchaften des Humus und der Humusſäure der Chemiker ſind unbegreiflicher Weiſe übertragen worden auf den Körper in der Dammerde, den man mit dem nämlichen Namen belegt; an dieſe Eigenſchaften knüpfen ſich die Vorſtellungen über die Rolle, die man ihm in der Vegetation zuſchreibt.

Die Meinung, daß der Humus als Beſtandtheil der Dammerde von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen, daß ſein Kohlenſtoff, ohne vorher eine andere Form anzunehmen, von der Pflanze zur Nahrung verwendet wird, iſt ſo verbreitet und hat in dem Grade Wurzel gefaßt, daß bis jetzt jede Beweisführung für dieſe ſeine Wirkungsweiſe für überflüſſig erachtet wurde; denn die in die Augen fallende Verſchiedenheit des Gedeihens von Pflanzen in Bodenarten, die man als ungleich reich an Humus kennt, erſchien auch dem Befangenſten als eine genügende Begründung dieſer Meinung.

Wenn man dieſe Vorausſetzung einer ſtrengen Prüfung unterwirft, ſo ergiebt ſich daraus der ſchärfſte Beweis, daß der Humus in der Form, wie er im Boden enthalten iſt, zur Ernährung der Pflanzen nicht das Geringſte beiträgt.

Durch das Feſthalten an der bisherigen Anſicht hat man von vorn herein jede Erkenntniß des Ernährungsproceſſes der Pflanzen unmöglich gemacht und damit den ſicherſten und treueſten Führer zu einem rationellen Verfahren in der Land- und Forſtwiſſenſchaft verbannt.

Ohne eine tiefe und gründliche Kenntniß der Nahrungs-

mittel der Gewächſe und der Quellen, aus denen ſie entſpringen, iſt eine Vervollkommnung des wichtigſten aller Gewerbe, des Ackerbaues, nicht denkbar. Man kann keine andere Urſache des bisherigen ſo ſchwankenden und ungewiſſen Zuſtandes unſers Wiſſens auffinden, als daß die Phyſiologie der neuern Zeit mit den unermeßlichen Fortſchritten der Chemie nicht Schritt gehalten hat.

Wir wollen in dem Folgenden den Humus in der Ackererde mit den Eigenſchaften begabt uns denken, welche die Chemiker an den braunſchwarzen Niederſchlägen beobachtet haben, die man durch Fällung einer alkaliſchen Abkochung von Dammerde oder Torf vermittelſt Säuren erhält, und die ſie Humusſäure nennen.

Die Humusſäure beſitzt, friſch niedergeſchlagen, eine flockige Beſchaffenheit; ein Theil davon löſ't ſich bei 18° C. in 2500 Th. Waſſer, ſie verbindet ſich mit Alkalien, Kalk und Bittererde und bildet mit den beiden letzteren Verbindungen von gleicher Löslichkeit. (Sprengel.)

Seinem Zuſtande nach kann der Humus nur durch Vermittelung des Waſſers die Fähigkeit erlangen, von den Wurzeln aufgenommen zu werden. Die Chemiker haben nun gefunden, daß die Humusſäure nur in friſch niedergeſchlagenem Zuſtande löslich iſt, daß ſie dieſe Löslichkeit vollſtändig verliert, wenn ſie an der Luft trocken geworden iſt; ſie wird ferner völlig unlöslich, wenn das Waſſer, was ſie enthält, gefriert. (Sprengel.)

Die Winterkälte und Sommerhitze rauben mithin der reinen Humusſäure ihre Auflöslichkeit und damit ihre Aſſimilirbarkeit; ſie kann als ſolche nicht in die Pflanzen gelangen.

Von der Richtigkeit dieſer Beobachtung kann man ſich

leicht durch Behandlung guter Acker- und Dammerde mit kaltem Waſſer überzeugen; das letztere entzieht nämlich derſelben nicht $^1/_{100000}$ an löslichen organiſchen Materien, die Flüſſigkeit iſt nicht braun, ſondern klar und ungefärbt.

Berzelius fand ebenfalls, daß vermodertes Eichenholz, was dem Hauptbeſtandtheile nach aus Humusſäure beſteht, an kaltes Waſſer nur Spuren von löslichen Materien abgiebt, eine Beobachtung, die ich an verfaultem Buchen- und Tannenholze beſtätigt fand.

Die Unfähigkeit der Humusſäure, den Pflanzen in dieſem unlöslichen Zuſtande zur Nahrung zu dienen, iſt den Pflanzenphyſiologen nicht unbemerkt geblieben; ſie haben deshalb angenommen, daß der Kalk oder die Alkalien überhaupt, die man in der Pflanzenaſche findet, die Löslichkeit und damit die Aſſimilirbarkeit vermitteln.

In den Bodenarten finden ſich Alkalien und alkaliſche Erden in hinreichender Menge vor, um Verbindungen dieſer Art zu finden.

Wir wollen nun annehmen, daß die Humusſäure in der Form des humusreichſten Salzes, als humusſaurer Kalk, von den Pflanzen aufgenommen werde, und aus dem bekannten Gehalte an alkaliſchen Baſen in der Aſche der Pflanzen die Menge berechnen, welche in dieſer Form in die Pflanze gelangen kann; wir wollen ferner vorausſetzen, daß Kali, Natron, die Oxyde des Eiſens und Mangans eine mit dem Kalke gleiche Sättigungscapacität beſitzen, ſo wiſſen wir aus Berthier's Beſtimmungen, daß 1000 Pfd. lufttrocknes Tannenholz 8,3 Pfd. reine kohlenfreie Aſche liefern, und daß 100 Pfd. dieſer Aſche im Ganzen nach Abzug des Chlorkaliums, kieſelſauren und ſchwefelſauren Kalis 46,1 Pfd. baſiſche Metalloxyde, Kali, Natron, Kalk, Bitter-

erde, Eiſen- und Mangan-Oxydul zuſammengenommen enthalten.

2500 Quadratmeter Wald (= 40,000 Quadratfuß heſſ. = Morgen) liefern nun jährlich mittlern Ertrag 2650 Pfd. Tannenholz*), welche im Ganzen 10,07 Pfd. baſiſche Metalloxyde enthalten.

Nach den Beſtimmungen von Malaguti und Sprengel verbindet ſich 1 Pfd. Kalk mit 10,9 Pfd. Humusſäure; es ſind mithin durch dieſe Baſen 111,0 Pfd. Humusſäure in die Bäume übergegangen, und dieſe entſprechen — ihr Gehalt an Kohlenſtoff zu 58 p. c. angenommen — der Bildung von 165 Pfd. lufttrocknem Holze.

Es ſind aber auf dieſem Lande 2650 Pfd. lufttrocknes Holz producirt worden.

Wenn man aus der bekannten Zuſammenſetzung der Aſche des Weizenſtrohes die Menge Humusſäure berechnet, welche durch die darin enthaltenen baſiſchen Metalloxyde (die Chlormetalle und ſchwefelſauren Salze abgerechnet) der Pflanze zugeführt werden können, ſo erhält man für 2500 Quadratmeter Land 57½ Pfd. Humusſäure, entſprechend 85 Pfd. Holzfaſer. Es werden aber auf dieſer Fläche, Wurzeln und Körner nicht mitgerechnet, 1780 Pfd. Stroh producirt, was die Zuſammenſetzung der Holzfaſer beſitzt.

Bei dieſen Berechnungen iſt angenommen worden, daß die baſiſchen Metalloxyde, welche Humusſäure zugeführt haben, nicht mehr in den Boden zurückkehren, weil ſie während des Wachsthums der Pflanze in den neu entwickelten Theilen derſelben zurückbleiben.

---

*) Nach der Angabe des hieſigen verdienſtvollen Profeſſors der Forſtwiſſenſchaft, Herrn Forſtmeiſter Dr. Heyer.

Wir wollen jetzt die Menge Humusſäure berechnen, welche unter den günſtigſten Verhältniſſen, nämlich durch das Waſſer, in die Pflanzen gelangen kann.

In Erfurt, in einer der fruchtbarſten Gegenden Deutſchlands, fallen nach Schübler auf 1 Quadratfuß Fläche in den Monaten April, Mai, Juni und Juli 17½ Pfd. (2 Pfd. heſſ. = 1 Kilogr.) Regen. Ein Morgen Land (2500 □ Meter) empfängt mithin 700,000 Pfd. Regenwaſſer.

Nehmen wir nun an, daß dieſe ganze Quantität Waſſer von den Wurzeln einer Sommerfrucht aufgenommen werde, die in 4 Monaten gepflanzt wird und reift, in der Art alſo, daß kein Pfund von dieſem Waſſer anders als durch die Blätter verdunſte.

Nehmen wir ferner an, daß dieſes Regenwaſſer, mit humusſaurem Kalk (dem verbreitetſten und an Humusſäure reichſten ihrer Salze) geſättigt, von den Wurzeln aufgenommen werde, ſo nimmt die Pflanze durch dieſes Waſſer, da 1 Theil humusſaurer Kalk 2000 Theile Waſſer zu ſeiner Auflöſung bedarf, 350 Pfd. Humusſäure auf.

Es wachſen aber auf dieſem Felde 2580 Pfd. Getreide (Stroh und Korn, die Wurzeln nicht gerechnet) oder 20,000 Pfd. Runkelrüben (ohne die Blätter und kleinen Wurzeln). Man ſieht leicht ein, daß dieſe 350 Pfd. Humusſäure noch nicht genügen, um Rechenſchaft über den Kohlenſtoffgehalt der Blätter und Wurzeln zu geben, und da man weiß, daß von dem Regenwaſſer, was auf die Oberfläche der Erde fällt, verhältnißmäßig nur ein ſehr kleiner Theil aufgeſaugt wird und durch die Blätter der Pflanze verdunſtet, ſo verringert ſich die Kohlenſtoffmenge, welche die Humusſäure denkbarer Weiſe liefern kann, wenn man ſie mit der wirklich producirten vergleicht, auf eine beinahe verſchwindende Menge.

Betrachtungen anderer und höherer Art widerlegen die gewöhnliche Ansicht über die Wirkungsweise der Humussäure auf eine so entscheidende und zweifellose Weise, daß man im Grunde nicht begreift, wie man überhaupt dazu gelangen konnte.

Die Felder produciren Kohlenstoff in der Form von Holz, von Heu, von Getreide und andern Culturgewächsen, deren Massen außerordentlich ungleich sind.

Auf 2500 Quadratmeter Wald von mittlerem Boden wachsen 2650 Pfd. lufttrocknes Tannen-, Fichten-, Birken- ꝛc. Holz.

Auf derselben Fläche Wiesen erhält man im Durchschnitt 2500 Pfd. Heu.

Die nämliche Fläche Getreideland liefert 18000 — 20000 Pfd. Runkelrüben.

Auf derselben Fläche gewinnt man 800 Pfd. Roggen und 1780 Pfd. Stroh, im Ganzen also 2580 Pfd.

100 Theile lufttrockenes Tannenholz enthalten 38 Theile Kohlenstoff; obige 2650 Pfd. Holz enthalten demnach 1007 Pfd. Kohlenstoff.

100 Theile lufttrockenes Heu*) enthalten 40,73 Theile Kohlenstoff; obige 2500 Pfd. Heu enthalten demnach 1018 Pfd. Kohlenstoff.

Die Runkelrüben enthalten 89 bis 89,5 Theile Wasser und 10,5 bis 11 Theile feste Substanz. Die letztere enthält 40 p. c. Kohlenstoff **).

*) 100 Theile Heu, bei 100° getrocknet, mit Kupferoxyd in einem Strome Sauerstoffgas verbrannt, lieferten 51,93 Wasser, 166,8 Kohlensäure und 6,82 Asche. Dies giebt 45,87 Kohlenstoff, 5,76 Wasserstoff, 41,55 Sauerstoff, 6,82 Asche. Das lufttrockene Heu verliert bei 100° erhitzt 11,2 p. c. Wasser. (Dr. Will.)

**) I. 0,8075 trockne Rüben lieferten 0,416 Wasser und 1,155 Kohlen-

20,000 Pfd. Runkelrüben enthalten hiernach, den Kohlenstoff der Blätter nicht berechnet, 880 Pfd. Kohlenstoff.

100 Pfd. Stroh *) enthalten lufttrocken 38 p. c. Kohlenstoff. 1780 Pfd. Stroh enthalten demnach 676 Pfd. Kohlenstoff. In 100 Theilen Korn sind 46 Theile Kohlenstoff enthalten; in 800 Pfd. mithin 368 Pfd. Beide zusammen geben 1044 Pfd. Kohlenstoff.

2500 Quadratmeter Wald bringen mithin hervor

an Kohlenstoff 1007 Pfd.

" " Wiese . . . . . 1018 Pfd.

" " Culturland, Runkelrüben ohne Blätter . . . 880 Pfd.

" " " Getreide . . . . 1044 Pfd.

Aus diesen unverwerflichen Thatsachen muß geschlossen werden, daß gleiche Flächen culturfähiges Land eine gleiche Quantität Kohlenstoff hervorzubringen vermögen; aber wie unendlich verschieden sind die Bedingungen des Wachsthums der Pflanzen gewesen, die man darauf gezogen hat.

Wo nimmt, muß man fragen, das Gras auf den Wiesen, das Holz in dem Walde seinen Kohlenstoff her, da man ihm keinen Kohlenstoff als Nahrung zugeführt hat, und woher kommt es, daß der Boden, weit entfernt, an Kohlenstoff ärmer zu werden, sich jährlich noch verbessert?

Jedes Jahr nehmen wir dem Walde, der Wiese eine gewisse Quantität von Kohlenstoff in der Form von Heu und

---

säure. II. 0,400 gaben 0,201 Wasser und 0,595 Kohlensäure. (Dr. Will.)

*) Die Analyse des Strohes, auf dieselbe Weise ausgeführt, gab für 100 Theile, bei 100° getrocknet, 46,37 Kohlenstoff, 5,68 Wasserstoff, 43,93 Sauerstoff, 4,02 Asche; das lufttrockne Stroh verliert bei der Siedhitze 18 p. c. Wasser. (Dr. Will.)

Betrachtungen anderer und höherer Art widerlegen die gewöhnliche Ansicht über die Wirkungsweise der Humussäure auf eine so entscheidende und zweifellose Weise, daß man im Grunde nicht begreift, wie man überhaupt dazu gelangen konnte.

Die Felder produciren Kohlenstoff in der Form von Holz, von Heu, von Getreide und andern Culturgewächsen, deren Massen außerordentlich ungleich sind.

Auf 2500 Quadratmeter Wald von mittlerem Boden wachsen 2650 Pfd. lufttrocknes Tannen-, Fichten-, Birken- ꝛc. Holz.

Auf derselben Fläche Wiesen erhält man im Durchschnitt 2500 Pfd. Heu.

Die nämliche Fläche Getreideland liefert 18000 — 20000 Pfd. Runkelrüben.

Auf derselben Fläche gewinnt man 800 Pfd. Roggen und 1780 Pfd. Stroh, im Ganzen also 2580 Pfd.

100 Theile lufttrockenes Tannenholz enthalten 38 Theile Kohlenstoff; obige 2650 Pfd. Holz enthalten demnach 1007 Pfd. Kohlenstoff.

100 Theile lufttrockenes Heu*) enthalten 40,73 Theile Kohlenstoff; obige 2500 Pfd. Heu enthalten demnach 1018 Pfd. Kohlenstoff.

Die Runkelrüben enthalten 89 bis 89,5 Theile Wasser und 10,5 bis 11 Theile feste Substanz. Die letztere enthält 40 p. c. Kohlenstoff **).

*) 100 Theile Heu, bei 100° getrocknet, mit Kupferoxyd in einem Strome Sauerstoffgas verbrannt, lieferten 51,93 Wasser, 166,8 Kohlensäure und 6,82 Asche. Dies giebt 45,87 Kohlenstoff, 5,76 Wasserstoff, 41,55 Sauerstoff, 6,82 Asche. Das lufttrockene Heu verliert bei 100° erhitzt 11,2 p. c. Wasser. (Dr. Will.)

**) I. 0,8075 trockne Rüben lieferten 0,416 Wasser und 1,155 Kohlen-

20,000 Pfd. Runkelrüben enthalten hiernach, den Kohlenstoff der Blätter nicht berechnet, 880 Pfd. Kohlenstoff.

100 Pfd. Stroh *) enthalten lufttrocken 38 p. c. Kohlenstoff. 1780 Pfd. Stroh enthalten demnach 676 Pfd. Kohlenstoff. In 100 Theilen Korn sind 46 Theile Kohlenstoff enthalten; in 800 Pfd. mithin 368 Pfd. Beide zusammen geben 1044 Pfd. Kohlenstoff.

2500 Quadratmeter Wald bringen mithin hervor

an Kohlenstoff 1007 Pfd.

" " Wiese . . . . . 1018 Pfd.

" " Culturland, Runkelrüben ohne Blätter . . . 880 Pfd.

" " " Getreide . . . . 1044 Pfd.

Aus diesen unverwerflichen Thatsachen muß geschlossen werden, daß gleiche Flächen culturfähiges Land eine gleiche Quantität Kohlenstoff hervorzubringen vermögen; aber wie unendlich verschieden sind die Bedingungen des Wachsthums der Pflanzen gewesen, die man darauf gezogen hat.

Wo nimmt, muß man fragen, das Gras auf den Wiesen, das Holz in dem Walde seinen Kohlenstoff her, da man ihm keinen Kohlenstoff als Nahrung zugeführt hat, und woher kommt es, daß der Boden, weit entfernt, an Kohlenstoff ärmer zu werden, sich jährlich noch verbessert?

Jedes Jahr nehmen wir dem Walde, der Wiese eine gewisse Quantität von Kohlenstoff in der Form von Heu und

---

säure. II. 0,400 gaben 0,201 Wasser und 0,595 Kohlensäure. (Dr. Will.)

*) Die Analyse des Strohes, auf dieselbe Weise ausgeführt, gab für 100 Theile, bei 100° getrocknet, 46,37 Kohlenstoff, 5,68 Wasserstoff, 43,93 Sauerstoff, 4,02 Asche; das lufttrockne Stroh verliert bei der Siedhitze 18 p. c. Wasser. (Dr. Will.)

Holz, und demungeachtet finden wir, daß der Kohlenstoffgehalt des Bodens zunimmt, daß er an Humus reicher wird.

Wir ersetzen, so sagt man, dem Getreide- und Fruchtlande durch den Dünger den als Kraut, Stroh, als Same oder Frucht hinweggenommenen Kohlenstoff wieder, und dennoch bringt dieser Boden nicht mehr Kohlenstoff hervor als der Wald und die Wiese, denen er nie ersetzt wird. Ist es denkbar, daß die Gesetze der Ernährung der Pflanzen durch die Cultur geändert werden können, daß für das Getreide und die Futtergewächse andere Quellen des Kohlenstoffs existiren als für das Gras und die Bäume in den Wiesen und Wäldern?

Niemandem wird es in den Sinn kommen, den Einfluß des Düngers auf die Entwickelung der Culturgewächse zu leugnen, allein mit positiver Gewißheit kann man behaupten, daß es sein Kohlenstoff nicht ist, durch welchen seine unzweifelhaft nützliche Wirkung auf die Entwickelung der Pflanze ausgeübt wurde: denn wir finden ja, daß der Kohlenstoff, von gedüngtem Lande hervorgebracht, nicht mehr beträgt als der Kohlenstoff des ungedüngten. Die Frage nach der Wirkungsweise des Düngers hat mit der nach dem Ursprunge des Kohlenstoffs nicht das Geringste zu thun. Der Kohlenstoff der Vegetabilien muß nothwendigerweise aus einer andern Quelle stammen, und da es der Boden nicht ist, der ihn liefert, so kann dies nur die Atmosphäre sein.

Bei der Lösung des Problems über den Ursprung des Kohlenstoffs in den Pflanzen hat man durchaus unberücksichtigt gelassen, daß diese Frage gleichzeitig den Ursprung des Humus umfaßt.

Der Humus entſteht nach Aller Anſicht durch Fäulniß und Verweſung von Pflanzen und Pflanzentheilen; eine Urdammerde, einen Urhumus kann es alſo nicht geben, denn es waren vor dem Humus Pflanzen vorhanden. Wo nahmen nun dieſe ihren Kohlenſtoff her, und in welcher Form iſt der Kohlenſtoff in der Atmoſphäre enthalten?

Dieſe beiden Fragen umfaſſen zwei der merkwürdigſten Naturerſcheinungen, welche, gegenſeitig ununterbrochen in Thätigkeit, das Leben und Fortbeſtehen der Thiere und Vegetabilien auf unendliche Zeiten hinaus auf die bewunderungswürdigſte Weiſe bedingen und vermitteln.

Die eine dieſer Fragen bezieht ſich auf den unveränderlichen Gehalt der Luft an Sauerſtoff: zu jeder Jahreszeit und in allen Klimaten hat man darin in 100 Volum-Theilen 21 Volum Sauerſtoff mit ſo geringen Abweichungen gefunden, daß ſie als Beobachtungsfehler angeſehen werden müſſen.

So außerordentlich groß nun auch der Sauerſtoffgehalt der Luft bei einer Berechnung ſich darſtellt, ſo iſt ſeine Menge dennoch nicht unbegrenzt, ſie iſt im Gegentheile eine erſchöpfbare Größe.

Wenn man nun erwägt, daß jeder Menſch in 24 Stunden 57,2 Cubikfuß (heſſiſche) Sauerſtoff in dem Athmungsproceſſe verzehrt, daß 10 Ctr. Kohlenſtoff bei ihrem Verbrennen 58112 Cubikfuß Sauerſtoff verzehren, daß eine einzige Eiſenhütte Hunderte von Millionen Cubikfuß, daß eine kleine Stadt, wie Gießen, in dem zum Heizen dienenden Holze allein über 1000 Millionen Cubikfuß Sauerſtoff der Atmoſphäre entziehen, ſo bleibt es völlig unbegreiflich, wenn keine Urſache exiſtirt, durch welche der hinweggenommene Sauerſtoff wieder erſetzt wird, wie es möglich ſein kann, daß nach

Zeiträumen, die man in Zahlen nicht auszudrücken weiß *), der Sauerstoffgehalt der Luft nicht kleiner geworden ist, daß die Luft in den Thränenkrügen, die vor 1800 Jahren in Pompeji verschüttet wurden, nicht mehr davon als wie heute enthält. Woher kommt es also, daß dieser Sauerstoffgehalt eine Größe ist, die sich nie ändert?

Die Beantwortung dieser Frage hängt mit einer andern auf's engste zusammen, wo die Kohlensäure nämlich hinkommt, die durch das Athmen der Thiere, durch Verbrennungsprocesse gebildet wird. Ein Cubikfuß Sauerstoff, der sich mit Kohlenstoff zu Kohlensäure vereinigt, ändert sein Volumen nicht; aus den Billionen Cubikfuß verzehrten Sauerstoffgases sind eben so viel Billionen Cubikfuß Kohlensäure entstanden und in die Atmosphäre gesendet worden.

---

*). Wenn die Atmosphäre überall dieselbe Dichte wie an der Meeresfläche hätte, so wäre sie 24555 par. Fuß hoch. Da hierin der Wasserdampf mit eingeschlossen ist, so kann man ihre Höhe zu 1 geogr. Meile = 22843 par. Fuß annehmen. Der Radius der Erde = 860 solcher Meilen gesetzt, so ergiebt sich

das Volum der Atmosphäre = 9307500 Cubikmeilen,
das Volum des Sauerstoffs = 1954578 »
das Volum der Kohlensäure = 3862,7 »

Ein Mann verbraucht täglich = 45000 par. Cubikzoll Sauerstoff, im Jahre mithin 9505,2 Cubikfuß. Tausend Millionen Menschen verbrauchen mithin 9 Billionen fünfhundert fünftausend zweihundert Millionen Cubikfuß. Man kann ohne Uebertreibung annehmen, daß die Thiere und Verwesungs- und Verbrennungsprocesse doppelt so viel verbrauchen. Hieraus geht hervor, daß jährlich 2,392355 Cubikmeilen Sauerstoff, in runder Summe 2,4 Cubikmeilen, verzehrt werden, in 8mal hunderttausend Jahren würde die Atmosphäre keine Spur Sauerstoff mehr enthalten, allein in weit früherer Zeit würde sie für Respirations- und für Verbrennungsprocesse gänzlich untauglich sein, da sie schon bei einer Verminderung ihres Sauerstoffgehalts auf 8 p. c. (die durch Lungen eingeathmete Luft enthält 12,5 bis 13 Sauerstoffgas und 8,5 bis 8 kohlensaures Gas) für das Leben der Thiere tödtlich wirkt und brennende Körper darin nicht mehr fortbrennen.

Durch die genauesten und zuverlässigsten Versuche ist von de Saussure ausgemittelt worden, daß die Luft, dem Volumen nach, im Mittel aller Jahreszeiten nach dreijährigen Beobachtungen 0,000415 Volumentheile Kohlensäure enthält.

Die Beobachtungsfehler, welche diesen Gehalt verkleinern mußten, in Anschlag gebracht, kann man annehmen, daß das Gewicht der Kohlensäure nahe $^1/_{1000}$ des Gewichts der Luft beträgt.

Dieser Gehalt wechselt nach den Jahreszeiten, er ändert sich aber nicht in verschiedenen Jahren.

Wir kennen Thatsachen, die uns zur Vermuthung berechtigen, daß der Kohlensäuregehalt der Luft vor Jahrtausenden weit beträchtlicher war als heute, man sollte demungeachtet denken, daß ihn die ungeheuren Massen Kohlensäure, welche jährlich in der Atmosphäre der vorhandenen sich hinzufügen, von Jahr zu Jahr bemerkbar hätten vergrößern müssen, allein bei allen früheren Beobachtern findet man ihn um die Hälfte bis zum zehnfachen Volumen höher angegeben, woraus man höchstens schließen kann, daß er sich vermindert hat.

Man bemerkt leicht, daß die im Verlaufe der Zeit stets unveränderlichen Mengen von Kohlensäure und Sauerstoffgas in der Atmosphäre zu einander in einer bestimmten Beziehung stehen müssen; es muß eine Ursache vorhanden sein, welche die Anhäufung der Kohlensäure hindert und die sich bildende unaufhörlich wieder entfernt; es muß eine Ursache geben, durch welche der Luft der Sauerstoff wieder ersetzt wird, den sie durch Verbrennungsprocesse, durch Verwesung und durch die Respiration der Menschen und Thiere verliert.

Beide Ursachen vereinigen sich zu einer einzigen in dem Lebensprocesse der Vegetabilien.

In den vorhergehenden Beobachtungen iſt der Beweis niedergelegt worden, daß der Kohlenſtoff der Vegetabilien ausſchließlich aus der Atmoſphäre ſtammt.

In der Atmoſphäre exiſtirt nun der Kohlenſtoff nur in der Form von Kohlenſäure, alſo in der Form einer Sauerſtoffverbindung.

Die Hauptbeſtandtheile der Vegetabilien, gegen deren Maſſe die Maſſe der übrigen verſchwindend klein iſt, enthalten, wie oben erwähnt wurde, Kohlenſtoff und die Elemente des Waſſers; alle zuſammen enthalten weniger Sauerſtoff als die Kohlenſäure.

Es iſt demnach gewiß, daß die Pflanzen, indem ſie den Kohlenſtoff der Kohlenſäure ſich aneignen, die Fähigkeit beſitzen müſſen, eine Zerlegung der Kohlenſäure zu bewirken; die Bildung ihrer Hauptbeſtandtheile ſetzt eine Trennung des Kohlenſtoffs von dem Sauerſtoffe voraus; der letztere muß, während des Lebensproceſſes der Pflanze, während ſich der Kohlenſtoff mit dem Waſſer oder ſeinen Elementen verbindet, an die Atmoſphäre wieder zurückgegeben werden. Für jedes Volumen Kohlenſäure, deren Kohlenſtoff Beſtandtheil der Pflanze wird, muß die Atmoſphäre ein gleiches Volumen Sauerſtoff empfangen.

Dieſe merkwürdige Fähigkeit der Pflanzen iſt durch zahlloſe Beobachtungen auf das unzweifelhafteſte bewieſen worden; ein Jeder kann ſich mit den einfachſten Mitteln von ihrer Wahrheit überzeugen.

Die Blätter und grünen Theile aller Pflanzen ſaugen nämlich kohlenſaures Gas ein und hauchen ein ihm gleiches Volumen Sauerſtoffgas aus.

Die Blätter und grünen Theile beſitzen dieſes Vermögen ſelbſt dann noch, wenn ſie von der Pflanze getrennt ſind;

bringt man ſie in dieſem Zuſtande in Waſſer, welches Kohlenſäure enthält, und ſetzt ſie dem Sonnenlichte aus, ſo verſchwindet nach einiger Zeit die Kohlenſäure gänzlich, und ſtellt man dieſen Verſuch unter einer mit Waſſer gefüllten Glasglocke an, ſo kann man das entwickelte Sauerſtoffgas ſammeln und prüfen; wenn die Entwickelung von Sauerſtoffgas aufhört, iſt auch die gelöſ'te Kohlenſäure verſchwunden; ſetzt man auf's neue Kohlenſäure hinzu, ſo ſtellt ſie ſich von neuem ein.

In einem Waſſer, welches frei von Kohlenſäure iſt, oder ein Alkali enthält, was ſie vor der Aſſimilation ſchützt, entwickeln die Pflanzen kein Gas.

Dieſe Beobachtungen ſind zuerſt von Prieſtley und Sennebier gemacht, und von de Sauſſure iſt in einer Reihe vortrefflich ausgeführter Verſuche bewieſen worden, daß mit der Abſcheidung des Sauerſtoffs, mit der Zerſetzung der Kohlenſäure die Pflanze an Gewicht zunimmt. Dieſe Gewichtsvermehrung beträgt mehr, als der Quantität des aufgenommenen Kohlenſtoffs entſpricht, was vollkommen der Vorſtellung gemäß iſt, daß mit dem Kohlenſtoffe gleichzeitig die Elemente des Waſſers von der Pflanze aſſimilirt werden.

Ein eben ſo erhabener als weiſer Zweck hat das Leben der Pflanzen und Thiere auf eine wunderbar einfache Weiſe auf's engſte an einander geknüpft.

Ein Beſtehen einer reichen üppigen Vegetation kann gedacht werden ohne Mitwirkung des thieriſchen Lebens, aber die Exiſtenz der Thiere iſt ausſchließlich an die Gegenwart, an die Entwickelung der Pflanzen gebunden.

Die Pflanze liefert nicht allein dem thieriſchen Organismus in ihren Organen die Mittel zur Ernährung, zur Erneuerung und Vermehrung ſeiner Maſſe, ſie entfernt nicht

nur aus der Atmosphäre die schädlichen Stoffe, die seine Existenz gefährden, sondern sie ist es auch allein, welche den höhern organischen Lebensproceß, die Respiration, mit der ihr unentbehrlichen Nahrung versieht; sie ist eine unversiegbare Quelle des reinsten und frischesten Sauerstoffgases, sie ersetzt der Atmosphäre in jedem Momente, was sie verlor.

Alle übrigen Verhältnisse gleich gesetzt, athmen die Thiere Kohlenstoff aus, die Pflanzen athmen ihn ein; das Medium, in dem es geschieht, die Luft, kann in ihrer Zusammensetzung nicht geändert werden.

Ist nun, kann man fragen, der dem Anscheine nach so geringe Kohlensäuregehalt der Luft ein Gehalt, der dem Gewichte nach nur $^1/_{10}$ p. c. beträgt, überhaupt nur genügend, um den Bedarf der ganzen Vegetation auf der Oberfläche der Erde zu befriedigen, ist es möglich, daß dieser Kohlenstoff aus der Luft stammt?

Diese Frage ist unter allen am leichtesten zu beantworten. Man weiß, daß auf jedem hess. Quadratfuße der Oberfläche der Erde eine Luftsäule ruht, welche 1295 Pfd. hess. wiegt; man kennt den Durchmesser und damit die Oberfläche der Erde, man kann mit der größten Genauigkeit das Gewicht der Atmosphäre berechnen; der tausendste Theil dieses Gewichts ist Kohlensäure, welche etwas über 27 p. c. Kohlenstoff enthält. Aus dieser Berechnung ergiebt sich nun, daß die Atmosphäre 2800 Billionen Pfd. Kohlenstoff enthält, eine Quantität, welche mehr beträgt als das Gewicht aller Pflanzen, der bekannten Stein- und Braunkohlenlager auf dem ganzen Erdkörper zusammengenommen. Dieser Kohlenstoff ist also mehr als hinreichend, um dem Bedarfe zu genügen. Der Kohlenstoffgehalt des Meerwassers ist verhältnißmäßig noch größer.

Nehmen wir an, daß die Oberfläche der Blätter und grünen Pflanzentheile, durch welche die Absorption der Kohlensäure geschieht, doppelt so viel beträgt als die Oberfläche des Bodens, auf dem die Pflanze wächst, was beim Walde, bei den Wiesen und Getreidefeldern, die den meisten Kohlenstoff produciren, weit unter der wirklich thätigen Oberfläche ist; nehmen wir ferner an, daß von einer zwei Fuß hohen Luftschicht, die über einem Morgen schwebt, von 80000 Cubikfuß also, in jeder Zeitsecunde, 8 Stunden täglich, der Luft 0,00067 ihres Volums oder $^1/_{1000}$ ihres Gewichts an Kohlensäure entzogen wird, so nehmen diese Blätter in 200 Tagen 1000 Pfd. Kohlenstoff auf *).

So lange die Functionen der Organe einer Pflanze durch Widerstände nicht unterdrückt sind, ist in dem Leben einer Pflanze kein Stillstand denkbar. Die Wurzeln und alle Theile derselben, welche die nämliche Fähigkeit besitzen, saugen beständig Wasser, sie athmen Kohlensäure ein; diese Fähigkeit

*) Wie viel Kohlensäure der Luft in einer gegebenen Zeit entzogen werden kann, giebt folgende Rechnung zu erkennen: Bei dem Weißen eines kleinen Zimmers von 105 Meter Fläche (Wände und Decke zusammengenommen) erhält es in 4 Tagen 6 Anstriche mit Kalkmilch, es wird ein Ueberzug von kohlensaurem Kalk gebildet, zu welchem die Luft die Kohlensäure liefert. Nach einer genauen Bestimmung erhält ein Quadratdecimeter Fläche einen Ueberzug von kohlensaurem Kalk, welcher 0,732 Grm. wiegt. Obige 105 Meter sind mithin bedeckt mit 7686 Grm. kohlensaurem Kalk, welche 4325,6 Grm. Kohlensäure enthalten. Das Gewicht eines Cubikdecimeters Kohlensäure, zu 2 Grm. angenommen (er wiegt 1,97978 Grm.), absorbirt mithin obige Fläche 2,193 Cubikmeter Kohlensäure in 4 Tagen.

Ein Morgen Land = 2500 Quadratmeter würde bei einer gleichen Behandlung in 4 Tagen 51½ Cubikmeter Kohlensäure = 3296 Cubikfuß Kohlensäure absorbiren, in zweihundert Tagen würde dies 257 Cubikmeter = 164,800 Cubikfuß = 10,300 Pfd. Kohlensäure = 2997 Pfd. Kohlenstoff, also etwa dreimal mehr betragen als die Blätter und Wurzeln der Pflanzen, die auf diesem Boden wachsen, wirklich assimiliren.

iſt unabhängig von dem Sonnenlichte; die Kohlenſäure häuft ſich während der Nacht in allen Theilen der Pflanze an, und erſt von dem Augenblicke an, wo das Licht auf ſie einwirkt, geht die Zerlegung der Kohlenſäure, die Aſſimilation des Kohlenſtoffs, die Aushauchung von Sauerſtoffgas vor ſich; erſt in dem Momente, wo der Keim die Erde durchbricht, färbt er ſich von der äußerſten Spitze abwärts, die eigentliche Holzbildung nimmt damit ihren Anfang.

Die atmoſphäriſche Luft iſt in beſtändiger Bewegung, ſowohl in horizontaler als in vertikaler Richtung; derſelbe Ort iſt abwechſelnd umgeben von Luft, die von den Polen oder von dem Aequator kommt. Ein ſehr ſchwacher Wind legt in einer Stunde ſechs Meilen, und in weniger als acht Tagen die Strecke zurück, die uns von den Tropen oder dem Pole ſcheidet; und wenn im Winter in den kalten und gemäßigten Zonen die Pflanzenwelt aufhört, den durch Verbrennungs- und Athmungsproceſſe der Luft entzogenen Sauerſtoff zu erſetzen, ſo ſind es die Gegenden, in denen die Vegetation ſich in vollſter Thätigkeit befindet, welche uns den dort in Freiheit geſetzten Sauerſtoff zuſenden; derſelbe Luftſtrom, welcher, veranlaßt durch die Erwärmung und Umdrehung der Erde, ſeinen Weg von dem Aequator zu den Polen zurückgelegt hat, bringt uns, zu dem Aequator zurückkehrend, den dort erzeugten Sauerſtoff und führt ihm die Kohlenſäure unſerer Winter zu.

Die Verſuche von de Sauſſure haben dargethan, daß die oberen Schichten der Luft mehr Kohlenſäure als die unteren enthalten, die mit den Pflanzen ſich in Berührung befinden, daß der Kohlenſäuregehalt der Luft größer iſt bei Nacht als bei Tage, wo das eingeſaugte kohlenſaure Gas zerſetzt wird.

Die Pflanzen verbeſſern die Luft, indem ſie die Kohlen-

ſäure entfernen, indem ſie den Sauerſtoff erneuern; dieſer Sauerſtoff kommt Menſchen und Thieren zuerſt und unmittelbar zu gut. Die Bewegung der Luft in horizontaler Richtung bringt uns ſo viel zu, als ſie hinwegführt; der Luftwechſel von unten nach oben, in Folge der Ausgleichung der Temperaturen, iſt, verglichen mit dem Wechſel durch Winde, verſchwindend klein.

Die Cultur erhöht den Geſundheitszuſtand der Gegenden; mit dem Aufhören aller Cultur werden ſonſt geſunde Gegenden unbewohnbar.

Die Braunkohlen, Steinkohlen und Torflager ſind die Ueberreſte einer unendlich reichen, ſeit Jahrtauſenden untergegangenen Vegetation; der Kohlenſtoff, den ſie enthalten, ſtammt aus der Atmoſphäre, in der Form von Kohlenſäure wurde er von den Pflanzen daraus aufgenommen.

Es iſt klar, die Atmoſphäre der Jetztzeit muß reicher ſein an Sauerſtoff als die der Urwelt. Der Ueberſchuß, den ſie mehr enthält, muß genau dem Volumen der Kohlenſäure gleich ſein, welche zur Nahrung dieſer urweltlichen Pflanzen gedient hat, er muß dem Kohlenſtoffe und Waſſerſtoffe, die wir in ihren Ueberreſten abgelagert finden, entſprechen.

Mit der Ablagerung von zehn Cubikfuß Splintkohle (von Newcaſtle ſpec. Gew. 1,228 Formel $C_{24} H_{26} O$) ſind der Atmoſphäre über achtzehntauſend Cubikfuß Kohlenſäure entzogen worden; ſie wurde um ein dieſem gleiches Volum an reinem Sauerſtoff reicher, ihr Gehalt wurde ferner vergrößert um 4480 Cubikfuß Sauerſtoff von dem zerlegten Waſſer, deſſen Waſſerſtoff dieſe 10 Cubikfuß Kohle enthalten.

Die Atmoſphäre der Urwelt war ärmer an Sauerſtoff, ſie war aber reicher an Kohlenſäure, einer der Hauptbedingungen einer üppigen Vegetation. (Brogniart.)

Mit dem Untergange dieſer unermeßlich ausgedehnten Pflanzenwelt waren die Bedingungen des Beſtehens und der Fortdauer der höheren Thierwelt vorhanden.

Wenn auf der Oberfläche der Erde durch Anhäufung von lebenden Geſchöpfen oder durch Verbrennungsproceſſe die Kohlenſäurebildung zunimmt, ſo erhält damit an dieſem oder einem andern Orte die Vegetation einen Ueberſchuß an Nahrungsſtoff. Durch den Uebergang des Kohlenſtoffs dieſer Kohlenſäure zu einem Beſtandtheile der wildwachſenden oder Culturpflanzen wird das Gleichgewicht des Sauerſtoffgehalts wieder hergeſtellt. Mit dem Erſcheinen der Menſchen war die Unveränderlichkeit des Sauerſtoff- und Kohlenſäuregehalts der Atmoſphäre für immer feſtgeſetzt.

Wir erkennen in dem Leben der Pflanze, in der Aſſimilation des Kohlenſtoffs, als der wichtigſten ihrer Functionen, eine Sauerſtoffausſcheidung, man kann ſagen, eine Sauerſtofferzeugung.

Keine Materie kann als Nahrung der Pflanze angeſehen werden, deren Zuſammenſetzung ihrer eigenen gleich oder ähnlich iſt, deren Aſſimilation alſo erfolgen könnte, ohne dieſer Function zu genügen.

In dem zweiten Theile ſind die Beweiſe niedergelegt, daß die in Verweſung begriffene Holzfaſer, der Humus, Kohlenſtoff und die Elemente des Waſſers ohne überſchüſſigen Sauerſtoff enthält; ihre procentige Zuſammenſetzung weicht nur inſofern von der des Holzes ab, als ſie reicher an Kohlenſtoff iſt.

Die Pflanzenphyſiologen haben die Bildung der Holzfaſer aus Humus für ſehr begreiflich erklärt, denn, ſagen ſie (Meyen, Pflanzenphyſiologie II. S. 141), der Humus darf nur Waſſer chemiſch binden, um die Bildung von Holzfaſer, Stärke oder Zucker zu bewirken.

Die nämlichen Naturforſcher haben aber die Erfahrung gemacht, daß Zucker, Amylon und Gummi in ihren wäſſrigen Auflöſungen von den Wurzeln der Pflanzen eingeſaugt und in alle Theile der Pflanze geführt werden, allein ſie werden von der Pflanze nicht aſſimilirt, ſie können zu ihrer Ernährung und Entwickelung nicht angewendet werden.

Es läßt ſich nun kaum eine Form denken, bequemer für Aſſimilation, als die Form von Zucker, Gummi oder Stärke, denn dieſe Körper enthalten ja alle Elemente der Holzfaſer und ſtehen in Hinſicht auf ihre Zuſammenſetzung in dem nämlichen Verhältniſſe wie der Humus; allein ſie ernähren die Pflanze nicht.

Eine durchaus falſche Vorſtellung, ein Verkennen der wichtigſten Lebensfunctionen der Pflanze, liegt der Anſicht von der Wirkungsweiſe des Humus zum Grunde.

Die Analogie hat die unglückliche Vergleichung der Lebensfunctionen der Pflanzen mit denen der Thiere in dem Bette des Prokruſtes erzeugt, ſie iſt die Mutter, die Gebärerin aller Irrthümer.

Materien, wie Zucker, Amylon ꝛc., welche Kohlenſtoff und die Elemente des Waſſers enthalten, ſind Producte des Lebensproceſſes der Pflanzen, ſie leben nur, inſofern ſie dieſe erzeugen. Daſſelbe muß von dem Humus gelten, denn er kann eben ſo wie dieſe in Pflanzen gebildet werden. Smithſon, Jameſon und Thomſon fanden, daß die ſchwarzen Ausſchwitzungen von kranken Ulmen, Eichen und Roßkaſtanien aus Humusſäure in Verbindung mit Alkalien beſtehen.

Berzelius fand ähnliche Materien in den meiſten Baumrinden. Kann man nun in der That vorausſetzen, daß die kranken Organe einer Pflanze diejenige Materie zu erzeugen

vermögen, der man die Fähigkeit zuſchreibt, das Leben dieſer Pflanze, ihr Gedeihen zu unterhalten!

Woher kommt es nun, kann man fragen, daß in den Schriften vieler Botaniker und Pflanzenphyſiologen die Aſſimilation des Kohlenſtoffs aus der Atmoſphäre in Zweifel geſtellt, daß von den meiſten die Verbeſſerung der Luft durch die Pflanzen geleugnet wird?

Dieſe Zweifel ſind hervorgegangen aus dem Verhalten der Pflanzen bei Abweſenheit des Lichtes, nämlich in der Nacht.

An die Verſuche von Ingenhouß knüpfen ſich zum großen Theil die Zweifel, welche der Anſicht entgegenſtellt werden, daß die Pflanzen die Luft verbeſſern. Seine Beobachtung, daß die grünen Pflanzen im Dunkeln Kohlenſäure aushauchen, haben de Sauſſure und Griſchow zu Verſuchen geführt, aus denen ſich herausgeſtellt hat, daß ſie in der That Sauerſtoff im Dunkeln einſaugen und dafür Kohlenſäure aushauchen, und daß die Luft, in welcher die Pflanzen im Dunkeln vegetiren, ihr Volumen vermindert; es iſt hieraus klar, daß die Menge des abſorbirten Sauerſtoffgaſes größer iſt als das Volumen der abgeſchiedenen Kohlenſäure — wären beide gleich geweſen, ſo hätte keine Luftverminderung ſtattfinden können. Dieſe Thatſache kann nicht in Zweifel gezogen werden, allein die Interpretationen, die man ihr untergelegt hat, ſind ſo vollkommen falſch, daß nur die gänzliche Nichtbeachtung und Unkenntniß der chemiſchen Beziehungen einer Pflanze zu der Atmoſphäre, die ſie umgiebt, erklärt, wie man zu dieſen Anſichten gelangen konnte.

Es iſt bekannt, daß der indifferente Stickſtoff, das Waſſerſtoffgas, daß eine Menge anderer Gaſe eine eigenthümliche, meiſt ſchädliche Wirkung auf die lebenden Pflanzen ausüben.

Iſt es nun denkbar, daß eins der kräftigſten Agentien, der Sauerſtoff, wirkungslos auf eine Pflanze bliebe, ſobald ſie ſich in dem Zuſtande des Lebens befindet, wo einer ihrer eigenthümlichen Aſſimilationsproceſſe aufgehört hat?

Man weiß, daß mit der Abweſenheit des Lichtes die Zerſetzung der Kohlenſäure ihre Grenze findet. Mit der Nacht beginnt ein rein chemiſcher Proceß, in Folge der Wechſelwirkung des Sauerſtoffs der Luft auf die Beſtandtheile der Blätter, Blüthen und Früchte.

Dieſer Proceß hat mit dem organiſchen Lebensproceſſe in der Pflanze nicht das Geringſte gemein, denn er tritt in der todten Pflanze ganz in derſelben Form auf wie in der lebenden.

Es läßt ſich mit der größten Leichtigkeit und Sicherheit aus den bekannten Beſtandtheilen der Blätter verſchiedener Pflanzen vorausbeſtimmen, welche davon den meiſten Sauerſtoff im lebenden Zuſtande während der Abweſenheit des Lichtes abſorbiren werden. Die Blätter und grünen Theile aller Pflanzen, welche flüchtige Oele, überhaupt aromatiſch flüchtige Beſtandtheile enthalten, die ſich durch Aufnahme des Sauerſtoffs in Harz verwandeln, werden mehr Sauerſtoff einſaugen als andere, welche frei davon ſind. Andere wieder, in deren Safte ſich die Beſtandtheile der Galläpfel befinden oder ſtickſtoffreiche Materien, werden mehr Sauerſtoff aufnehmen als die, worin dieſe Beſtandtheile fehlen. Die Beobachtungen de Sauſſure's ſind entſcheidende Beweiſe für dieſes Verhalten; während die Agave americana mit ihren fleiſchigen geruch- und geſchmackloſen Blättern nur 0,3 ihres Volumens Sauerſtoff in 24 Stunden im Dunkeln abſorbirt, nehmen die mit flüchtigem, verharzbarem Oel durchdrungenen Blätter der Pinus abies die 10fache, die gerbeſäurehaltigen der Quercus robur die 14fache, die balſamiſchen

vermögen, der man die Fähigkeit zuſchreibt, das Leben dieſer Pflanze, ihr Gedeihen zu unterhalten!

Woher kommt es nun, kann man fragen, daß in den Schriften vieler Botaniker und Pflanzenphyſiologen die Aſſimilation des Kohlenſtoffs aus der Atmoſphäre in Zweifel geſtellt, daß von den meiſten die Verbeſſerung der Luft durch die Pflanzen geleugnet wird?

Dieſe Zweifel ſind hervorgegangen aus dem Verhalten der Pflanzen bei Abweſenheit des Lichtes, nämlich in der Nacht.

An die Verſuche von Ingenhouß knüpfen ſich zum großen Theil die Zweifel, welche der Anſicht entgegenſtellt werden, daß die Pflanzen die Luft verbeſſern. Seine Beobachtung, daß die grünen Pflanzen im Dunkeln Kohlenſäure aushauchen, haben de Sauſſure und Griſchow zu Verſuchen geführt, aus denen ſich herausgeſtellt hat, daß ſie in der That Sauerſtoff im Dunkeln einſaugen und dafür Kohlenſäure aushauchen, und daß die Luft, in welcher die Pflanzen im Dunkeln vegetiren, ihr Volumen vermindert; es iſt hieraus klar, daß die Menge des abſorbirten Sauerſtoffgaſes größer iſt als das Volumen der abgeſchiedenen Kohlenſäure — wären beide gleich geweſen, ſo hätte keine Luftverminderung ſtattfinden können. Dieſe Thatſache kann nicht in Zweifel gezogen werden, allein die Interpretationen, die man ihr untergelegt hat, ſind ſo vollkommen falſch, daß nur die gänzliche Nichtbeachtung und Unkenntniß der chemiſchen Beziehungen einer Pflanze zu der Atmoſphäre, die ſie umgiebt, erklärt, wie man zu dieſen Anſichten gelangen konnte.

Es iſt bekannt, daß der indifferente Stickſtoff, das Waſſerſtoffgas, daß eine Menge anderer Gaſe eine eigenthümliche, meiſt ſchädliche Wirkung auf die lebenden Pflanzen ausüben.

Iſt es nun denkbar, daß eins der kräftigſten Agentien, der Sauerſtoff, wirkungslos auf eine Pflanze bliebe, ſobald ſie ſich in dem Zuſtande des Lebens befindet, wo einer ihrer eigenthümlichen Aſſimilationsproceſſe aufgehört hat?

Man weiß, daß mit der Abweſenheit des Lichtes die Zerſetzung der Kohlenſäure ihre Grenze findet. Mit der Nacht beginnt ein rein chemiſcher Proceß, in Folge der Wechſelwirkung des Sauerſtoffs der Luft auf die Beſtandtheile der Blätter, Blüthen und Früchte.

Dieſer Proceß hat mit dem organiſchen Lebensproceſſe in der Pflanze nicht das Geringſte gemein, denn er tritt in der todten Pflanze ganz in derſelben Form auf wie in der lebenden.

Es läßt ſich mit der größten Leichtigkeit und Sicherheit aus den bekannten Beſtandtheilen der Blätter verſchiedener Pflanzen vorausbeſtimmen, welche davon den meiſten Sauerſtoff im lebenden Zuſtande während der Abweſenheit des Lichtes abſorbiren werden. Die Blätter und grünen Theile aller Pflanzen, welche flüchtige Oele, überhaupt aromatiſch flüchtige Beſtandtheile enthalten, die ſich durch Aufnahme des Sauerſtoffs in Harz verwandeln, werden mehr Sauerſtoff einſaugen als andere, welche frei davon ſind. Andere wieder, in deren Safte ſich die Beſtandtheile der Galläpfel befinden oder ſtickſtoffreiche Materien, werden mehr Sauerſtoff aufnehmen als die, worin dieſe Beſtandtheile fehlen. Die Beobachtungen de Sauſſure's ſind entſcheidende Beweiſe für dieſes Verhalten; während die Agave americana mit ihren fleiſchigen geruch- und geſchmackloſen Blättern nur 0,3 ihres Volumens Sauerſtoff in 24 Stunden im Dunkeln abſorbirt, nehmen die mit flüchtigem, verharzbarem Oel durchdrungenen Blätter der Pinus abies die 10fache, die gerbeſäurehaltigen der Quercus robur die 14fache, die balſamiſchen

Blätter der Populus alba die 21fache Menge des von der Agave americana eingeſaugten Sauerſtoffs auf. Wie zweifellos und augenſcheinlich zeigt ſich dieſe chemiſche Action in den Blättern der Cotyledon Calycina, der Cacalia ficoides und anderen, ſie ſind des Morgens ſauer wie Sauerampfer, gegen Mittag geſchmacklos, am Abend bitter. In der Nacht findet alſo ein reiner Säurebildungs-, Oxydationsproceß Statt, am Tage und gegen Abend ſtellt ſich der Proceß der Sauerſtoffausſcheidung ein; die Säure geht in Subſtanzen über, welche Waſſerſtoff und Sauerſtoff im Verhältniſſe wie im Waſſer, oder noch weniger Sauerſtoff enthalten, wie in allen geſchmackvollen und bitteren Materien.

Ja man könnte aus den verſchiedenen Zeiten, welche die grünen Blätter der Pflanzen bedürfen, um durch den Einfluß der atmoſphäriſchen Luft ihre Farbe zu ändern, die abſorbirten Sauerſtoffmengen annähernd beſtimmen. Diejenigen, welche ſich am längſten grün erhalten, werden in gleichen Zeiten weniger Sauerſtoff aufnehmen als andere, deren Beſtandtheile eine raſche Veränderung erfahren. Man findet in der That, daß die Blätter von Ilex aquifolium, ausgezeichnet durch die Beſtändigkeit, mit welcher ſie ihre Farbe bewahren, 0,86 ihres Volumens Sauerſtoff in derſelben Zeit aufnehmen, in welcher die ſo leicht und ſchnell ihre Farbe verändernden Blätter der Pappel und Buche, die eine das 8fache, die andere 9½fache ihres Volumens abſorbiren. (de Sauſſure.)

Das Verhalten der grünen Blätter der Eiche, Buche und Stechpalme, welche unter der Luftpumpe bei Abſchluß des Lichtes getrocknet und nach Befeuchtung mit Waſſer unter eine graduirte Glocke mit Sauerſtoffgas gebracht werden, entfernt jeden Zweifel über dieſen chemiſchen Proceß. Alle ver-

mindern das Volumen des eingeschlossenen Sauerstoffgases, und zwar in dem nämlichen Verhältnisse, als sie ihre Farbe ändern. Diese Luftverminderung kann nur auf der Bildung von höheren Oxyden, oder einer Oxydation des Wasserstoffs der an diesem Elemente reichen Bestandtheile der Pflanzen beruhen.

Die Eigenschaft der grünen Blätter, Sauerstoff aufzunehmen, gehört aber auch dem frischen Holze an, gleichgültig ob es von Zweigen oder dem Innern eines Stammes genommen worden ist. Bringt man es in dem feuchten Zustande, wie es vom Baume genommen wird, in feinen Spänen unter eine Glocke mit Sauerstoffgas, so findet man stets im Anfange das Volumen des Sauerstoffs verringert; während das trockne befeuchtete Holz, welches eine Zeitlang der Atmosphäre ausgesetzt gewesen ist, den umgebenden Sauerstoff in Kohlensäure ohne Aenderung des Volumens verwandelt, nimmt also das frische Holz mehr Sauerstoff auf*).

Die Herren Petersen und Schödler haben durch sorgfältige Elementaranalyse von 24 verschiedenen Holzarten bewiesen, daß sie Kohlenstoff, die Elemente des Wassers und noch außerdem eine gewisse Menge Wasserstoff in Ueberschuß enthalten; das Eichenholz, frisch vom Baume genommen und

*) Wenn bei Ueberschwemmungen durch das Austreten von Flüssen die Wohnungen unter Wasser gesetzt werden, zeigt sich diese Eigenschaft des Holzes als eine Ursache tödtlicher Krankheiten. Nach dem Ablaufe des Wassers bleibt alles Holz der Wohnhäuser mit Wasser durchdrungen zurück, was nur sehr langsam verdunstet. In dem feuchten Zustande nun ist das Holz ein wahrer Sauerstoffsauger; die Luft in den Räumen, wo sich Menschen und Thiere aufhalten, wird aber nicht allein ihres Sauerstoffs beraubt, sondern es häuft sich darin kohlensaures Gas an, was in einem gewissen Verhältnisse (7—8 p. c.) eine direct verderbliche Wirkung ausübt.

bei 100° getrocknet, enthielt 49,432 Kohlenſtoff, 6,069 Waſſerſtoff und 44,499 Sauerſtoff.

Die Quantität Waſſerſtoff, welche nöthig iſt, um mit 44,499 Sauerſtoff Waſſer zu bilden, iſt $\frac{1}{8}$ dieſer Quantität, nämlich 5,56; es iſt klar, daß das Eichenholz $\frac{1}{12}$ mehr Waſſerſtoff enthält, als dieſem Verhältniſſe entſpricht; Pinus larix, Abies und Picea enthalten $\frac{1}{7}$, die Linde (Tilia europaea) ſogar $\frac{1}{5}$ mehr Waſſerſtoff: man ſieht leicht, daß der Waſſerſtoffgehalt in einiger Beziehung ſteht zu dem ſpecifiſchen Gewichte; die leichten Holzarten enthalten mehr davon als die ſchweren; das Ebenholz (Dioſpyros Ebenum) enthält genau die Elemente des Waſſers.

Der Unterſchied in der Zuſammenſetzung der Holzarten von der der reinen Holzfaſer beruht unleugbar auf der Gegenwart von waſſerſtoffreichen und ſauerſtoffarmen, zum Theil löslichen Beſtandtheilen, in Harz und andern Stoffen, deren Waſſerſtoff ſich in der Analyſe zu dem der Holzfaſer addirt.

Wenn nun, wie erwähnt worden iſt, das in Verweſung begriffene Eichenholz Kohle und die Elemente des Waſſers ohne Ueberſchuß an Waſſerſtoff enthält, wenn es während ſeiner Verweſung das Volumen der Luft nicht ändert, ſo muß nothwendig dieſes Verhältniß im Beginne der Verweſung ein anderes geweſen ſein, denn in den waſſerſtoffreichen Beſtandtheilen des Holzes iſt der Waſſerſtoff vermindert worden, und dieſe Verminderung kann nur durch eine Abſorption des Sauerſtoffs bewirkt worden ſein.

Die meiſten Pflanzenphyſiologen haben die Aushauchung der Kohlenſäure während der Nacht mit der Aufnahme von Sauerſtoffgas aus der Atmoſphäre in Verbindung gebracht, ſie betrachten dieſe Thätigkeit als den wahren Athmungs-

proceß der Pflanzen, welcher, wie bei den Thieren, eine Entkohlung zur Folge hat. Es giebt kaum eine Meinung, deren Baſis ſchwankender, man kann ſagen, unrichtiger iſt.

Die von den Blättern, von den Wurzeln mit dem Waſſer aufgenommene Kohlenſäure wird mit der Abnahme des Lichtes nicht mehr zerſetzt, ſie bleibt in dem Safte gelöſ't, der alle Theile der Pflanze durchdringt: in jedem Zeitmomente verdunſtet mit dem Waſſer aus den Blättern eine ihrem Gehalte entſprechende Menge Kohlenſäure.

Ein Boden, in welchem die Pflanzen kräftig vegetiren, enthält als eine nie fehlende Bedingung ihres Lebens, unter allen Umſtänden, eine gewiſſe Quantität Feuchtigkeit, nie fehlt in dieſem Boden kohlenſaures Gas, gleichgültig, ob es von demſelben aus der Luft aufgenommen, oder durch die Verweſung von Vegetabilien erzeugt wird; kein Brunnen- oder Quellwaſſer, nie iſt das Regenwaſſer frei von Kohlenſäure; in keinerlei Perioden des Lebens einer Pflanze hört das Vermögen der Wurzel auf, Feuchtigkeit und mit derſelben Luft und Kohlenſäure einzuſaugen.

Kann es nun auffallend ſein, daß dieſe Kohlenſäure mit dem verdunſteten Waſſer von der Pflanze an die Atmoſphäre unverändert wieder zurückgegeben wird, wenn die Urſache der Fixirung des Kohlenſtoffs, wenn das Licht fehlt?

Dieſe Aushauchung von Kohlenſäure hat mit dem Aſſimilationsproceſſe, mit dem Leben der Pflanze eben ſo wenig zu thun, als die Einſaugung des Sauerſtoffs. Beide ſtehen mit einander nicht in der geringſten Beziehung, der eine iſt ein rein mechaniſcher, der andere ein rein chemiſcher Proceß. Ein Docht von Baumwolle, den man in eine Lampe eintaucht, welche eine mit Kohlenſäure geſättigte Flüſſigkeit enthält, wird ſich gerade ſo verhalten, wie eine lebende Pflanze

in der Nacht, Wasser und Kohlensäure werden durch Capillarität aufgesaugt, beide verdunsten außerhalb an dem Dochte wieder*).

Pflanzen, welche in einem feuchten, an Humus reichen Boden leben, werden in der Nacht mehr Kohlensäure aushauchen als andere an trockenen Standörtern, nach dem Regen mehr als bei trockener Witterung; alle diese Einflüsse erklären die Menge von Widersprüchen in den Beobachtungen, die man in Beziehung auf die Veränderung der Luft durch lebende Pflanzen oder durch abgeschnittene Zweige davon, bei Abschluß des Lichtes oder im gewöhnlichen Tageslichte gemacht hat: Widersprüche, welche keiner Beachtung werth sind, da sie nur Thatsachen feststellen, ohne die Frage zu lösen.

Es giebt aber noch andere entscheidende Beweise, daß die Pflanzen mehr Sauerstoff an die Luft abgeben, als sie überhaupt derselben entziehen; Beweise, die sich ohne besondere Vorrichtungen an den Pflanzen, welche unter Wasser leben, mit Sicherheit führen lassen.

Wenn die Oberfläche von Teichen und Gräben, deren Boden mit grünen Pflanzen bedeckt ist, im Winter gefriert, so daß das Wasser von der Atmosphäre völlig durch eine Schicht klaren Eises abgeschlossen ist, so sieht man während des Tages und ganz vorzüglich während die Sonne auf das Eis fällt, unaufhörlich kleine Luftbläschen von den Spitzen der Blätter und kleineren Zweige sich lösen, die sich unter dem Eise zu großen Blasen sammeln; diese Luftblasen

*) Boucherie sah aus einem frisch abgeschnittenen Strunk eines im Safte stehenden Baumes einen ungeheuern Strom von Kohlensäure sich ergießen, welcher offenbar durch die Wurzeln aus dem Boden aufgenommen worden war. (Dumas, Leçon p. 71.)

sind reines Sauerstoffgas, was sich beständig vermehrt; weder bei Tage, wenn die Sonne nicht scheint, noch bei Nacht läßt sich eine Verminderung beobachten. Dieser Sauerstoff rührt von der Kohlensäure her, die sich in dem Wasser befindet und in dem Grade wieder ersetzt wird, als sie die Pflanzen hinwegnehmen; sie wird ersetzt durch fortschreitende Fäulnißprocesse der abgestorbenen Pflanzenüberreste. Wenn demnach diese Pflanzen Sauerstoffgas während der Nacht einsaugen, so kann seine Menge nicht mehr betragen, als das umgebende Wasser aufgelöst enthält, denn der in Gasform abgeschiedene wird nicht wieder aufgenommen.

H. Davy schnitt von einer Wiese ein Stück Rasen von vier Zoll im Quadrat und legte es in eine Porzellanschale, die in einem weiten Gefäße auf Wasser schwamm. Durch eine tubulirte Glasglocke, die er über das Ganze stürzte, sperrte er die äußere Luft von dem Grase völlig ab. Der Rasen wurde durch den Tubulus der Glocke von Zeit zu Zeit befeuchtet und dem Wasser, worauf die Schale mit dem Rasen schwamm, von Zeit zu Zeit etwas mit Kohlensäure gesättigtes Wasser zugesetzt.

Das Gras vegetirte also in einem abgesperrten bekannten Volumen Luft (230 Cubikzoll), was eine gewisse Menge gasförmige Kohlensäure enthielt. Bei dem Aussetzen dieser Vorrichtung an das Licht zeigte sich nun, daß das Gasvolumen in der Glocke bei gewöhnlichem Tageslichte sich vergrößerte. Nach 8 Tagen betrug die Zunahme 30 Cubikzoll, und durch die Analyse fand sich, daß die Luft in der Glocke vier Procent Sauerstoff mehr enthielt, als die Luft außerhalb (Agric. Chem. 5te Vorlesung). Man sehe ferner die trefflichen Versuche von Daubeny, on the action of Light upon plants

and of plants upon the atmosphere. Philosophical transactions. Part. I. 1836.

In dem Vorhergehenden iſt der Beweis niedergelegt, daß der Kohlenſtoff der Pflanzen aus der Atmoſphäre ſtammt; es ſind nun die Wirkungen des Humus und der anorganiſchen Beſtandtheile der Pflanzen, ſo wie der Antheil, den beide an der Entwickelung der Vegetation nehmen, und die Quellen des Stickſtoffs zu beleuchten.

Urſprung und Verhalten des Humus.

Es iſt in dem zweiten Theile auseinandergeſetzt, daß alle Pflanzen und Pflanzentheile mit dem Aufhören des Lebens zwei Zerſetzungsproceſſe erleiden, von denen man den einen Gährung oder Fäulniß, den andern Verweſung nennt.

Es iſt gezeigt worden, daß die Verweſung einen langſamen Verbrennungsproceß bezeichnet, den Vorgang alſo, wo die verbrennlichen Beſtandtheile der verweſenden Körpers ſich mit dem Sauerſtoffe der Luft verbinden.

Die Verweſung des Hauptbeſtandtheiles aller Vegetabilien, der Holzfaſer, zeigt eine Erſcheinung eigenthümlicher Art.

Mit Sauerſtoff in Berührung, mit Luft umgeben, verwandelt ſie nämlich den Sauerſtoff in ein ihm gleiches Volumen kohlenſaures Gas; mit dem Verſchwinden des Sauerſtoffs hört die Verweſung auf.

Wird dieſes kohlenſaure Gas hinweggenommen und durch Sauerſtoff erſetzt, ſo fängt die Verweſung von neuem

an, d. h. der Sauerſtoff wird wieder in Kohlenſäure verwandelt.

Die Holzfaſer beſteht nun aus Kohlenſtoff und den Elementen des Waſſers; von allem Andern abgeſehen, geht ihre Verweſung vor ſich, wie wenn man reine Kohle bei ſehr hohen Temperaturen verbrennt, gerade ſo, als ob kein Waſſerſtoff und Sauerſtoff mit ihr in der Holzfaſer verbunden wäre.

Die Vollendung dieſes Verbrennungsproceſſes erfordert eine ſehr lange Zeit; eine unerläßliche Bedingung zu ſeiner Unterhaltung iſt die Gegenwart von Waſſer; Alkalien befördern ihn, Säuren verhindern ihn, alle antiſeptiſchen Materien, ſchweflige Säure, Queckſilberſalze und brenzliche Oele heben ihn gänzlich auf.

Die in Verweſung begriffene Holzfaſer iſt der Körper, den wir Humus nennen.

In demſelben Grade, als die Verweſung der Holzfaſer vorangeſchritten iſt, vermindert ſich ihre Fähigkeit zu verweſen, d. h. das umgebende Sauerſtoffgas in Kohlenſäure zu verwandeln; zuletzt bleibt eine gewiſſe Menge einer braunen oder kohlenartigen Subſtanz zurück, die man Moder nennt; ſie iſt das Product der vollendeten Verweſung der Holzfaſer. Der Moder macht den Hauptbeſtandtheil aller Braunkohlenlager und des Torfes aus. Bei Berührung mit Alkalien, Kalk, Ammoniak fährt die Verweſung des Moders fort.

In einem Boden, welcher der Luft zugänglich iſt, verhält ſich der Humus genau wie an der Luft ſelbſt; er iſt eine langſame äußerſt andauernde Quelle von Kohlenſäure.

Um jedes kleinſte Theilchen des verweſenden Humus entſteht, auf Koſten des Sauerſtoffs der Luft, eine Atmoſphäre von Kohlenſäure.

In der Cultur wird, durch Bearbeitung und Auflockerung

Blätter der Populus alba die 21fache Menge des von der Agave americana eingesaugten Sauerstoffs auf. Wie zweifellos und augenscheinlich zeigt sich diese chemische Action in den Blättern der Cotyledon Calycina, der Cacalia ficoides und anderen, sie sind des Morgens sauer wie Sauerampfer, gegen Mittag geschmacklos, am Abend bitter. In der Nacht findet also ein reiner Säurebildungs-, Oxydationsproceß Statt, am Tage und gegen Abend stellt sich der Proceß der Sauerstoffausscheidung ein; die Säure geht in Substanzen über, welche Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältnisse wie im Wasser, oder noch weniger Sauerstoff enthalten, wie in allen geschmackvollen und bitteren Materien.

Ja man könnte aus den verschiedenen Zeiten, welche die grünen Blätter der Pflanzen bedürfen, um durch den Einfluß der atmosphärischen Luft ihre Farbe zu ändern, die absorbirten Sauerstoffmengen annähernd bestimmen. Diejenigen, welche sich am längsten grün erhalten, werden in gleichen Zeiten weniger Sauerstoff aufnehmen als andere, deren Bestandtheile eine rasche Veränderung erfahren. Man findet in der That, daß die Blätter von Ilex aquifolium, ausgezeichnet durch die Beständigkeit, mit welcher sie ihre Farbe bewahren, 0,86 ihres Volumens Sauerstoff in derselben Zeit aufnehmen, in welcher die so leicht und schnell ihre Farbe verändernden Blätter der Pappel und Buche, die eine das 8fache, die andere 9½fache ihres Volumens absorbiren. (de Saussure.)

Das Verhalten der grünen Blätter der Eiche, Buche und Stechpalme, welche unter der Luftpumpe bei Abschluß des Lichtes getrocknet und nach Befeuchtung mit Wasser unter eine graduirte Glocke mit Sauerstoffgas gebracht werden, entfernt jeden Zweifel über diesen chemischen Proceß. Alle ver-

mindern das Volumen des eingeschlossenen Sauerstoffgases, und zwar in dem nämlichen Verhältnisse, als sie ihre Farbe ändern. Diese Luftverminderung kann nur auf der Bildung von höheren Oxyden, oder einer Oxydation des Wasserstoffs der an diesem Elemente reichen Bestandtheile der Pflanzen beruhen.

Die Eigenschaft der grünen Blätter, Sauerstoff aufzunehmen, gehört aber auch dem frischen Holze an, gleichgültig ob es von Zweigen oder dem Innern eines Stammes genommen worden ist. Bringt man es in dem feuchten Zustande, wie es vom Baume genommen wird, in feinen Spänen unter eine Glocke mit Sauerstoffgas, so findet man stets im Anfange das Volumen des Sauerstoffs verringert; während das trockne befeuchtete Holz, welches eine Zeitlang der Atmosphäre ausgesetzt gewesen ist, den umgebenden Sauerstoff in Kohlensäure ohne Aenderung des Volumens verwandelt, nimmt also das frische Holz mehr Sauerstoff auf*).

Die Herren Petersen und Schödler haben durch sorgfältige Elementaranalyse von 24 verschiedenen Holzarten bewiesen, daß sie Kohlenstoff, die Elemente des Wassers und noch außerdem eine gewisse Menge Wasserstoff in Ueberschuß enthalten; das Eichenholz, frisch vom Baume genommen und

*) Wenn bei Ueberschwemmungen durch das Austreten von Flüssen die Wohnungen unter Wasser gesetzt werden, zeigt sich diese Eigenschaft des Holzes als eine Ursache tödtlicher Krankheiten Nach dem Ablaufe des Wassers bleibt alles Holz der Wohnhäuser mit Wasser durchdrungen zurück, was nur sehr langsam verdunstet. In dem feuchten Zustande nun ist das Holz ein wahrer Sauerstoffsauger; die Luft in den Räumen, wo sich Menschen und Thiere aufhalten, wird aber nicht allein ihres Sauerstoffs beraubt, sondern es häuft sich darin kohlensaures Gas an, was in einem gewissen Verhältnisse (7—8 p. c.) eine direct verderbliche Wirkung ausübt.

bei 100° getrocknet, enthielt 49,432 Kohlenstoff, 6,069 Wasserstoff und 44,499 Sauerstoff.

Die Quantität Wasserstoff, welche nöthig ist, um mit 44,499 Sauerstoff Wasser zu bilden, ist $\frac{1}{8}$ dieser Quantität, nämlich 5,56; es ist klar, daß das Eichenholz $\frac{1}{12}$ mehr Wasserstoff enthält, als diesem Verhältnisse entspricht; Pinus larix, Abies und Picea enthalten $\frac{1}{7}$, die Linde (Tilia europaea) sogar $\frac{1}{5}$ mehr Wasserstoff: man sieht leicht, daß der Wasserstoffgehalt in einiger Beziehung steht zu dem specifischen Gewichte; die leichten Holzarten enthalten mehr davon als die schweren; das Ebenholz (Diospyros Ebenum) enthält genau die Elemente des Wassers.

Der Unterschied in der Zusammensetzung der Holzarten von der der reinen Holzfaser beruht unleugbar auf der Gegenwart von wasserstoffreichen und sauerstoffarmen, zum Theil löslichen Bestandtheilen, in Harz und andern Stoffen, deren Wasserstoff sich in der Analyse zu dem der Holzfaser addirt.

Wenn nun, wie erwähnt worden ist, das in Verwesung begriffene Eichenholz Kohle und die Elemente des Wassers ohne Ueberschuß an Wasserstoff enthält, wenn es während seiner Verwesung das Volumen der Luft nicht ändert, so muß nothwendig dieses Verhältniß im Beginne der Verwesung ein anderes gewesen sein, denn in den wasserstoffreichen Bestandtheilen des Holzes ist der Wasserstoff vermindert worden, und diese Verminderung kann nur durch eine Absorption des Sauerstoffs bewirkt worden sein.

Die meisten Pflanzenphysiologen haben die Aushauchung der Kohlensäure während der Nacht mit der Aufnahme von Sauerstoffgas aus der Atmosphäre in Verbindung gebracht, sie betrachten diese Thätigkeit als den wahren Athmungs-

proceß der Pflanzen, welcher, wie bei den Thieren, eine Entkohlung zur Folge hat. Es giebt kaum eine Meinung, deren Baſis ſchwankender, man kann ſagen, unrichtiger iſt.

Die von den Blättern, von den Wurzeln mit dem Waſſer aufgenommene Kohlenſäure wird mit der Abnahme des Lichtes nicht mehr zerſetzt, ſie bleibt in dem Safte gelöſ't, der alle Theile der Pflanze durchdringt: in jedem Zeitmomente verdunſtet mit dem Waſſer aus den Blättern eine ihrem Gehalte entſprechende Menge Kohlenſäure.

Ein Boden, in welchem die Pflanzen kräftig vegetiren, enthält als eine nie fehlende Bedingung ihres Lebens, unter allen Umſtänden, eine gewiſſe Quantität Feuchtigkeit, nie fehlt in dieſem Boden kohlenſaures Gas, gleichgültig, ob es von demſelben aus der Luft aufgenommen, oder durch die Verweſung von Vegetabilien erzeugt wird; kein Brunnen- oder Quellwaſſer, nie iſt das Regenwaſſer frei von Kohlenſäure; in keinerlei Perioden des Lebens einer Pflanze hört das Vermögen der Wurzel auf, Feuchtigkeit und mit derſelben Luft und Kohlenſäure einzuſaugen.

Kann es nun auffallend ſein, daß dieſe Kohlenſäure mit dem verdunſteten Waſſer von der Pflanze an die Atmoſphäre unverändert wieder zurückgegeben wird, wenn die Urſache der Fixirung des Kohlenſtoffs, wenn das Licht fehlt?

Dieſe Aushauchung von Kohlenſäure hat mit dem Aſſimilationsproceſſe, mit dem Leben der Pflanze eben ſo wenig zu thun, als die Einſaugung des Sauerſtoffs. Beide ſtehen mit einander nicht in der geringſten Beziehung, der eine iſt ein rein mechaniſcher, der andere ein rein chemiſcher Proceß. Ein Docht von Baumwolle, den man in eine Lampe eintaucht, welche eine mit Kohlenſäure geſättigte Flüſſigkeit enthält, wird ſich gerade ſo verhalten, wie eine lebende Pflanze

in der Nacht, Wasser und Kohlensäure werden durch Capillarität aufgesaugt, beide verdunsten außerhalb an dem Dochte wieder*).

Pflanzen, welche in einem feuchten, an Humus reichen Boden leben, werden in der Nacht mehr Kohlensäure aushauchen als andere an trockenen Standörtern, nach dem Regen mehr als bei trockener Witterung; alle diese Einflüsse erklären die Menge von Widersprüchen in den Beobachtungen, die man in Beziehung auf die Veränderung der Luft durch lebende Pflanzen oder durch abgeschnittene Zweige davon, bei Abschluß des Lichtes oder im gewöhnlichen Tageslichte gemacht hat: Widersprüche, welche keiner Beachtung werth sind, da sie nur Thatsachen feststellen, ohne die Frage zu lösen.

Es giebt aber noch andere entscheidende Beweise, daß die Pflanzen mehr Sauerstoff an die Luft abgeben, als sie überhaupt derselben entziehen; Beweise, die sich ohne besondere Vorrichtungen an den Pflanzen, welche unter Wasser leben, mit Sicherheit führen lassen.

Wenn die Oberfläche von Teichen und Gräben, deren Boden mit grünen Pflanzen bedeckt ist, im Winter gefriert, so daß das Wasser von der Atmosphäre völlig durch eine Schicht klaren Eises abgeschlossen ist, so sieht man während des Tages und ganz vorzüglich während die Sonne auf das Eis fällt, unaufhörlich kleine Luftbläschen von den Spitzen der Blätter und kleineren Zweige sich lösen, die sich unter dem Eise zu großen Blasen sammeln; diese Luftblasen

*) Boucherie sah aus einem frisch abgeschnittenen Strunk eines im Safte stehenden Baumes einen ungeheuern Strom von Kohlensäure sich ergießen, welcher offenbar durch die Wurzeln aus dem Boden aufgenommen worden war. (Dumas, Leçon p. 71.)

ſind reines Sauerſtoffgas, was ſich beſtändig vermehrt; weder bei Tage, wenn die Sonne nicht ſcheint, noch bei Nacht läßt ſich eine Verminderung beobachten. Dieſer Sauerſtoff rührt von der Kohlenſäure her, die ſich in dem Waſſer befindet und in dem Grade wieder erſetzt wird, als ſie die Pflanzen hinwegnehmen; ſie wird erſetzt durch fortſchreitende Fäulnißproceſſe der abgeſtorbenen Pflanzenüberreſte. Wenn demnach dieſe Pflanzen Sauerſtoffgas während der Nacht einſaugen, ſo kann ſeine Menge nicht mehr betragen, als das umgebende Waſſer aufgelöſ't enthält, denn der in Gasform abgeſchiedene wird nicht wieder aufgenommen.

H. Davy ſchnitt von einer Wieſe ein Stück Raſen von vier Zoll im Quadrat und legte es in eine Porzellanſchale, die in einem weiten Gefäße auf Waſſer ſchwamm. Durch eine tubulirte Glasglocke, die er über das Ganze ſtürzte, ſperrte er die äußere Luft von dem Graſe völlig ab. Der Raſen wurde durch den Tubulus der Glocke von Zeit zu Zeit befeuchtet und dem Waſſer, worauf die Schale mit dem Raſen ſchwamm, von Zeit zu Zeit etwas mit Kohlenſäure geſättigtes Waſſer zugeſetzt.

Das Gras vegetirte alſo in einem abgeſperrten bekannten Volumen Luft (230 Cubikzoll), was eine gewiſſe Menge gasförmige Kohlenſäure enthielt. Bei dem Ausſetzen dieſer Vorrichtung an das Licht zeigte ſich nun, daß das Gasvolumen in der Glocke bei gewöhnlichem Tageslichte ſich vergrößerte. Nach 8 Tagen betrug die Zunahme 30 Cubikzoll, und durch die Analyſe fand ſich, daß die Luft in der Glocke vier Procent Sauerſtoff mehr enthielt, als die Luft außerhalb (Agric. Chem. 5te Vorleſung). Man ſehe ferner die trefflichen Verſuche von Daubeny, on the action of Light upon plants

and of plants upon the atmosphere. Philosophical transactions. Part. I. 1836.

In dem Vorhergehenden iſt der Beweis niedergelegt, daß der Kohlenſtoff der Pflanzen aus der Atmoſphäre ſtammt; es ſind nun die Wirkungen des Humus und der anorganiſchen Beſtandtheile der Pflanzen, ſo wie der Antheil, den beide an der Entwickelung der Vegetation nehmen, und die Quellen des Stickſtoffs zu beleuchten.

Urſprung und Verhalten des Humus.

Es iſt in dem zweiten Theile auseinandergeſetzt, daß alle Pflanzen und Pflanzentheile mit dem Aufhören des Lebens zwei Zerſetzungsproceſſe erleiden, von denen man den einen Gährung oder Fäulniß, den andern Verweſung nennt.

Es iſt gezeigt worden, daß die Verweſung einen langſamen Verbrennungsproceß bezeichnet, den Vorgang alſo, wo die verbrennlichen Beſtandtheile der verweſenden Körpers ſich mit dem Sauerſtoffe der Luft verbinden.

Die Verweſung des Hauptbeſtandtheiles aller Vegetabilien, der Holzfaſer, zeigt eine Erſcheinung eigenthümlicher Art.

Mit Sauerſtoff in Berührung, mit Luft umgeben, verwandelt ſie nämlich den Sauerſtoff in ein ihm gleiches Volumen kohlenſaures Gas; mit dem Verſchwinden des Sauerſtoffs hört die Verweſung auf.

Wird dieſes kohlenſaure Gas hinweggenommen und durch Sauerſtoff erſetzt, ſo fängt die Verweſung von neuem

an, d. h. der Sauerſtoff wird wieder in Kohlenſäure verwandelt.

Die Holzfaſer beſteht nun aus Kohlenſtoff und den Elementen des Waſſers; von allem Andern abgeſehen, geht ihre Verweſung vor ſich, wie wenn man reine Kohle bei ſehr hohen Temperaturen verbrennt, gerade ſo, als ob kein Waſſerſtoff und Sauerſtoff mit ihr in der Holzfaſer verbunden wäre.

Die Vollendung dieſes Verbrennungsproceſſes erfordert eine ſehr lange Zeit; eine unerläßliche Bedingung zu ſeiner Unterhaltung iſt die Gegenwart von Waſſer; Alkalien befördern ihn, Säuren verhindern ihn, alle antiſeptiſchen Materien, ſchweflige Säure, Queckſilberſalze und brenzliche Oele heben ihn gänzlich auf.

Die in Verweſung begriffene Holzfaſer iſt der Körper, den wir Humus nennen.

In demſelben Grade, als die Verweſung der Holzfaſer vorangeſchritten iſt, vermindert ſich ihre Fähigkeit zu verweſen, d. h. das umgebende Sauerſtoffgas in Kohlenſäure zu verwandeln; zuletzt bleibt eine gewiſſe Menge einer braunen oder kohlenartigen Subſtanz zurück, die man Moder nennt; ſie iſt das Product der vollendeten Verweſung der Holzfaſer. Der Moder macht den Hauptbeſtandtheil aller Braunkohlenlager und des Torfes aus. Bei Berührung mit Alkalien, Kalk, Ammoniak fährt die Verweſung des Moders fort.

In einem Boden, welcher der Luft zugänglich iſt, verhält ſich der Humus genau wie an der Luft ſelbſt; er iſt eine langſame äußerſt andauernde Quelle von Kohlenſäure.

Um jedes kleinſte Theilchen des verweſenden Humus entſteht, auf Koſten des Sauerſtoffs der Luft, eine Atmoſphäre von Kohlenſäure.

In der Cultur wird, durch Bearbeitung und Auflockerung

der Erde, der Luft ein möglichſt ungehinderter und freier Zutritt verſchafft.

Ein ſo vorbereiteter und feuchter Boden enthält alſo eine Atmoſphäre von Kohlenſäure, und damit die erſte und wichtigſte Nahrung für die junge Pflanze, welche ſich darauf entwickeln ſoll.

Im Frühlinge, wo die Organe fehlen, welche die Natur beſtimmt hat, die Nahrung aus der Atmoſphäre aufzunehmen, wo dieſe Organe erſt gebildet werden, ſind es die Beſtandtheile des Samens, welche zuerſt und ausſchließlich zur Bildung der Wurzeln verwendet werden; mit jeder Wurzelfaſer erhält die Pflanze einen Mund, eine Lunge, einen Magen.

Von dem Augenblicke an, wo ſich die erſten Wurzelfaſern gebildet haben, führen ſie aus der Atmoſphäre, in der ſie ſich befinden, aus dem Boden nämlich, Nahrung zu; von dem Humus ſtammt die Kohlenſäure her.

Durch Auflockerung des Bodens um die junge Pflanze erneuern und vervielfältigen wir den Zutritt der Luft, wir begünſtigen damit die Bildung der Kohlenſäure; die Quantität der erzeugten Nahrung würde ſich vermindern mit jeder Schwierigkeit, die ſich im Boden dieſer Lufterneuerung entgegenſtellt; bei einem gewiſſen Grade der Entwicklung der Pflanze iſt ſie es ſelbſt, welche dieſen Luftwechſel bewirkt. Die Atmoſphäre von Kohlenſäure, welche den unverweſ'ten Theil des Humus vor weiterer Veränderung ſchützt, wird von den feinen Wurzelhaaren, den Wurzeln ſelbſt, aufgeſaugt und hinweggenommen, ſie wird erſetzt durch atmoſphäriſche Luft, die ihren Platz einnimmt: die Verweſung ſchreitet fort, es wird auf Koſten ihres Sauerſtoffs eine neue Quantität Kohlenſäure gebildet. In dieſer Zeit empfängt die Pflanze von den Wurzeln und äußeren Organen gleichzeitig Nahrung, ſie ſchreitet raſch ihrer Vollendung entgegen.

Ist die Pflanze völlig entwickelt, sind ihre Organe der Ernährung völlig ausgebildet, so bedarf sie der Kohlensäure des Bodens nicht mehr.

In den heißen Sommermonaten, wo der Mangel an Feuchtigkeit die Zufuhr von Nahrungsstoff aus dem Boden hemmt, schöpft sie den Kohlenstoff ausschließlich aus der Luft.

Wir wissen bei den Pflanzen nicht, welche Höhe und Stärke ihnen die Natur angewiesen hat, wir kennen nur das gewöhnliche Maaß ihrer Größe.

Als große werthvolle Seltenheiten sieht man in London und Amsterdam Eichbäume, von chinesischen Gärtnern gezogen, von anderthalb Fuß Höhe, deren Stamm, Rinde, Zweige und ganzer Habitus ein ehrwürdiges Alter erkennen lassen, und die kleine Teltower Rübe wird in einem Boden, wo ihr frei steht, so viel Nahrung aufzunehmen, als sie kann, zu einem mehrere Pfunde schweren Dickwanst.

In einer gegebenen Zeit steht die Zunahme einer Pflanze an Masse im Verhältniß zu der Anzahl und der Oberfläche der Organe, welche bestimmt sind, Nahrung zuzuführen. Bei gleicher Oberfläche verhält sich in zwei Pflanzen die Zunahme wie die Zeiten der thätigen Aufsaugung. Die Nadelholzpflanzen, deren Oberfläche sich den größten Theil des Jahres hindurch in Thätigkeit befindet, nehmen unter gleichen Bedingungen mehr auf als die Laubholzpflanzen, die ihre Blätter im Herbste verlieren. Mit jedem Blatte gewinnt die Pflanze einen Mund und Magen mehr.

Der Thätigkeit der Wurzeln, Nahrung aufzunehmen, wird nur durch Mangel eine Grenze gesetzt; ist sie im Ueberfluß vorhanden, und wird sie zur Ausbildung der vorhandenen Organe nicht völlig verzehrt, so kehrt dieser Ueber-

schuß nicht in den Boden zurück, sondern er wird in der Pflanze zur Hervorbringung von neuen Organen verwendet. Die fortdauernde Zufuhr an Kohlensäure durch einen an Humus reichen Boden muß auf die fortschreitende Entwickelung der Pflanze den entschiedensten Einfluß äußern, vorausgesetzt, daß die übrigen Bedingungen zur Assimilation des Kohlenstoffs sich vereinigt finden.

Neben der vorhandenen Zelle entsteht eine neue; neben dem entstandenen Zweige und Blatte entwickelt sich ein neuer Zweig, ein neues Blatt; ohne Ueberschuß an Nahrung wären diese nicht zur Entwickelung gekommen. Der in dem Samen entwickelte Zucker und Schleim verschwindet mit der Entwickelung der Knospen, grünen Triebe und Blätter.

Mit der Ausbildung, mit der Anzahl der Organe, der Zweige und Blätter, denen die Atmosphäre Nahrung liefert, wächst in dem nämlichen Verhältnisse ihre Fähigkeit, Nahrung aufzunehmen und an Masse zuzunehmen, denn diese Fähigkeit nimmt im Verhältniß wie ihre Oberfläche zu.

Die ausgebildeten Blätter, Triebe und Zweige bedürfen zu ihrer eigenen Erhaltung der Nahrung nicht mehr, sie nehmen an Umfang nicht mehr zu; um als Organe fortzubestehen, haben sie ausschließlich nur die Mittel nöthig, die Function zu unterhalten, zu der sie die Natur bestimmt hat, sie sind nicht ihrer selbst wegen vorhanden.

Wir wissen, daß diese Function in ihrer Fähigkeit besteht, die atmosphärischen Nahrungsstoffe einzusaugen und unter dem Einflusse des Lichtes, bei Gegenwart von Feuchtigkeit, ihre Elemente sich anzueignen.

Diese Function ist unausgesetzt, von der ersten Entwickelung an, in Thätigkeit, sie hört nicht auf mit ihrer völligen Ausbildung.

Aber die neuen, aus dieſer unausgeſetzt fortdauernden Aſſimilation hervorgehenden Producte, ſie werden nicht mehr für ihre eigene Entwickelung verbraucht, ſie dienen jetzt zur weiteren Ausbildung des Holzkörpers und aller ihr ähnlich zuſammengeſetzten feſten Stoffe, es ſind die Blätter, welche jetzt die Bildung des Zuckers, des Amylons, der Säuren vermitteln. So lange ſie fehlten, hatten die Wurzeln dieſe Verrichtung in Beziehung auf diejenigen Materien übernommen, welche der Halm, die Knospe, das Blatt und die Zweige zu ihrer Ausbildung bedurften.

In dieſer Periode des Lebens nehmen die Organe der Aſſimilation aus der Atmoſphäre mehr Nahrungsſtoffe auf, als ſie ſelbſt verzehren, und mit der fortſchreitenden Entwickelung des Holzkörpers, wo der Zufluß an Nahrung immer der nämliche bleibt, ändert ſich die Richtung, in der ſie verwendet wird, es beginnt die Entwickelung der Blüthe, und mit der Ausbildung der Frucht iſt bei den meiſten Pflanzen der Function der Blätter eine Grenze geſetzt, denn die Producte ihrer Thätigkeit finden keine Verwendung mehr. Sie unterliegen der Einwirkung des Sauerſtoffs, wechſeln in Folge derſelben gewöhnlich ihre Farbe und fallen ab.

In der Periode der Blüthe und Fruchtbildung entſtehen in allen Pflanzen in Folge einer Metamorphoſe der vorhandenen Stoffe eine Reihe von neuen Verbindungen, welche vorher fehlten, von Materien, welche Beſtandtheile der ſich bildenden Blüthe, Frucht oder des Samens ausmachen.

Metamorphoſen vorhandener Verbindungen gehen in dem ganzen Lebensacte der Pflanzen vor ſich, und in Folge derſelben gasförmige Secretionen durch die Blätter und Blüthen, feſte Excremente in den Rinden und flüſſige lösliche Stoffe durch die Wurzeln. Dieſe Secretionen finden ſtatt

unmittelbar vor dem Beginne und während der Dauer der Blüthe, ſie vermindern ſich nach der Ausbildung der Frucht; durch die Wurzeln werden kohlenſtoffreiche Subſtanzen abgeſchieden und von dem Boden aufgenommen.

In dieſen Stoffen, welche unfähig ſind, eine Pflanze zu ernähren, empfängt der Boden den größten Theil des Kohlenſtoffs wieder, den er den Pflanzen im Anfange ihrer Entwickelung in der Form von Kohlenſäure gegeben hatte.

Die von dem Boden aufgenommenen löslichen Excremente gehen durch den Einfluß der Luft und Feuchtigkeit einer fortſchreitenden Veränderung entgegen; indem ſie der Fäulniß und Verweſung unterliegen, erzeugt ſich aus ihnen wieder der Nahrungsſtoff einer neuen Generation, ſie gehen in Humus über. Die im Herbſte fallenden Blätter im Walde, die alten Wurzeln der Graspflanzen auf den Wieſen verwandeln ſich durch dieſe Einflüſſe ebenfalls in Humus. Der Kohlenſtoff der Wurzeln der jährigen Gewächſe, der Getreide und Gemüſepflanzen ſtammt zweifellos zum größten Theile aus der Atmoſphäre.

Dieſe Wurzeln bleiben nach der Erndte in dem Boden unſerer Aecker und gehen im Winter durch Fäulniß und Verweſungsproceſſe in Humus, in die Materie alſo über, welche einer neuen Vegetation Kohlenſäure zu liefern vermag. In dieſer Form empfängt der Boden im Ganzen an Kohlenſtoff mehr wieder, als der verweſende Humus als Kohlenſäure abgab.

Im Allgemeinen erſchöpft keine Pflanze in ihrem Zuſtande der normalen Entwickelung den Boden in Beziehung auf ſeinen Gehalt an Kohlenſtoff; ſie macht ihn im Gegentheil reicher daran. Wenn aber die Pflanzen dem Boden den empfangenen Kohlenſtoff wiedergeben, wenn ſie ihn daran

reicher machen, so ist klar, daß diejenige Menge, die wir in irgend einer Form bei der Ernte dem Boden nehmen, daß diese ihren Ursprung der Atmosphäre verdankt. Die einfache Betrachtung, daß das Wasser eines Brunnens in einem an Dammerde und damit an verwesenden Pflanzenstoffen reichen Garten farblos und krystallhell ist und keine Humussäure oder ein humussaures Salz enthält, daß in dem Wasser unserer Wiesenquellen, Bäche und Flüsse, der an alkalischen Basen reichen Säuerlinge keine Humussäure nachweisbar ist, zeigt, daß die fruchtbare Gartenerde keine wirkliche Humussäure enthält, oder daß die letztere durch Vermittelung des Wassers nicht in die Pflanzen übergeht, daß also die gewöhnliche Ansicht über die Wirkungsweise des Humus auf einem Irrthume beruht. Aus dem Gehalte des Wassers, was sich in einem Loche auf einer Wiese sammelt, an Kohlensäure und an den darin löslichen Basen, aus dem Gehalte der meisten Brunnenwasser an Kohlensäure geht die Wirkung des Humus und der verwesenden Pflanzenstoffe auf die Vegetation auf eine klare und unzweideutige Weise hervor.

Der Humus ernährt die Pflanze nicht, weil er im löslichen Zustande von derselben aufgenommen und als solcher assimilirt wird, sondern weil er eine langsame und andauernde Quelle von Kohlensäure darstellt, welche als das Hauptnahrungsmittel die Wurzeln der Pflanze, so lange sich im Boden die Bedingungen zur Verwesung (Feuchtigkeit und Zutritt der Luft) vereinigt finden, zu allen Zeiten mit Nahrung versieht.

In den heißen Klimaten sind die grünenden Gewächse mehrentheils solche, die nur einer Befestigung in dem Boden bedürfen, um ohne Mitwirkung sich zu entwickeln. Wie ver-

schwindend ist bei den Cactus-, Sedum- und Sempervivum-Arten die Wurzel gegen die Masse, gegen die Oberfläche der Blätter*), und in dem dürrsten, trockensten Sande, wo von einer Zuführung von Nahrung durch die Wurzel gar nicht die Rede sein kann, sehen wir die milchsaftführenden Gewächse zur vollsten Entwickelung gelangen; die aus der Luft aufgenommene, zu ihrer Existenz unentbehrliche Feuchtigkeit wird durch die Beschaffenheit der Blätter und des Saftes selbst vor der Verdunstung geschützt; Kautschuck, Wachs bilden, wie in den öligen Emulsionen, während der Verdunstung an der Oberfläche des Saftes eine Art undurchdringlicher Hülle, sie strotzen von Saft. Wie in der Milch die sich bildende Haut der Verdunstung eine Grenze setzt, so in diesen Pflanzen der Milchsaft.

Der Ursprung und die Assimilation des Wasserstoffs.

Die Luft enthält den Kohlenstoff der Gewächse in der Form von Kohlensäure, in der Form also einer Sauerstoffverbindung. Der feste Theil der Pflanzen, die Holzfaser, enthält Kohlen-

*) Der Cactus, welcher wahrscheinlich durch die Spanier nach Sicilien kam, ist für diese Insel und besonders für Palermo und die Aetnabevölkerung was für uns die Kartoffeln sind. Die ergiebige saftreiche und kühlende Frucht, welche dem Fremden anfänglich so fade dünkt, gewährt namentlich den niederen Klassen drei Monate lang die einzige sehr beliebte Nahrung.

Wie man bei uns von Getreidefeldern spricht, so überzieht die Gebirge bei Palermo der Cactus, und er ist hier um so wichtiger, als er in den alles Humus beraubten Felsspalten in den Schlacken und Rissen der Lavaströme des Aetna leicht Wurzel faßt und seine verwesenden Blätter nach und nach eine für andere Pflanzen fruchtbare Erde schaffen. (Ausland. S. 274. 3. Oct. 1842.)

stoff und die Bestandtheile des Wassers, oder die Elemente der Kohlensäure plus einer gewissen Menge Wasserstoff. Wir können uns das Holz entstanden denken aus dem Kohlenstoffe der Kohlensäure, der sich unter Mitwirkung des Sonnenlichts mit den Elementen des vorhandenen Wassers verbindet; in diesem Falle müssen für je 27,65 Gewichtstheile Kohlenstoff, welcher von der Pflanze assimilirt wird, 72,35 Gewichtstheile Sauerstoff als Gas abgeschieden werden, oder was weit wahrscheinlicher ist: Die Pflanze zerlegt unter denselben Bedingungen bei Gegenwart von Kohlensäure das Wasser, sein Wasserstoff wird mit der Kohlensäure assimilirt, während sein Sauerstoff abgeschieden wird; zu 100 Theilen Kohlensäure müssen demnach 9,77 Theile Wasserstoff treten, um die Holzfaser zu bilden, und es werden 72,35 Gewichtstheile, eine dem Gehalte der Kohlensäure genau gleiche Quantität Sauerstoff, die zum Theil mit diesem Sauerstoffe verbunden waren, in der Form von Gas abgeschieden *).

Ein jeder Morgen Land, welcher 10 Ctr. Kohle producirt, wird mithin jährlich an die Atmosphäre 2600 Pfd. reines Sauerstoffgas zurückgeben; da nun das specifische Gewicht des Sauerstoffs durch die Zahl 1,1026 ausgedrückt wird, so wiegt 1 Cubikmeter Sauerstoff 1432 Grm. oder 2,864 Pfd. hess. Gewicht, und diese 2600 Pfd. Sauerstoff entsprechen 908 Cubikmetern oder 58112 Cubikfuß (hess.) Sauerstoffgas.

Ein Morgen Wiese, Wald oder überhaupt cultivirtes

*) Da es für das Endresultat ganz gleichgültig ist, welcher Ansicht man den Vorzug giebt, so werden beide in dem Folgenden ohne Unterschied gebraucht werden. — Bei der Bildung von Verbindungen, welche mehr Wasserstoff neben Sauerstoff enthalten, als dem Mischungsverhältnisse im Wasser entspricht, oder bei denen, welche keinen Sauerstoff enthalten, muß eine Zersetzung der Kohlensäure und des Wassers angenommen werden.

Land, auf welchem 10 Ctr. Kohlenſtoff in der Form von Holz, Gras, Blättern und Früchten geerntet werden, erſetzt alſo den Sauerſtoff der Atmoſphäre wieder, welcher durch 10 Ctr. Kohlenſtoff bei ſeiner Verbrennung in der Luft, oder durch den Reſpirationsproceß der Thiere verzehrt wird.

Es iſt erwähnt worden, daß die Holzfaſer Kohle und die Beſtandtheile des Waſſers enthält, daß aber in dem Holze mehr Waſſerſtoff enthalten iſt, als dieſem Verhältniſſe entſpricht; dieſer Waſſerſtoff befindet ſich darin in der Form von Blattgrün, Wachs, Oel, Harz oder überhaupt in der Form von ſehr waſſerſtoffreichen Materien, er kann dieſen Subſtanzen nur von dem Waſſer geliefert worden ſein; für jedes Aequivalent Waſſerſtoff, was in einer dieſer Formen von der Pflanze aſſimilirt wird, muß 1 Aeq. Sauerſtoff an die Atmoſphäre zurückgegeben werden.

Man wird die Menge des hierdurch freiwerdenden Sauerſtoffs nicht für verſchwindend halten können, wenn man in Erwägung zieht, daß für jedes Pfund aſſimilirten Waſſerſtoff die Atmoſphäre 178,5 Cubikfuß (heſſ.) Sauerſtoff empfängt.

Wie erwähnt, giebt die Pflanze in dem Aſſimilationsproceſſe der Holzfaſer eine Quantität Sauerſtoff an die Atmoſphäre, welche unter allen Umſtänden die nämliche iſt, gleichgültig, ob ſeine Abſcheidung in einer Zerſetzung des Waſſers oder der Kohlenſäure ihre Urſache hat. — Das Erſtere iſt oben für wahrſcheinlicher erklärt worden.

Wir wiſſen aus der Bildung des Wachſes, der flüchtigen und fetten Oele, des Kautſchucks in den Pflanzen, daß ſie im lebenden Zuſtande die Fähigkeit beſitzen, Waſſer zu zerlegen, denn der Waſſerſtoff kann den ſtickſtofffreien Beſtandtheilen nur von dem Waſſer geliefert werden. Ja, aus den

Beobachtungen A. v. Humboldt's über die Pilze ergiebt sich, daß eine Zersetzung des Wassers erfolgen kann ohne Assimilation des Wasserstoffs. Wir kennen in dem Wasser die merkwürdige Verbindung zweier Elemente, die sich in zahllosen Processen von einander zu trennen vermögen, ohne daß wir im Stande sind, diese Trennung durch unsere Sinne wahrzunehmen, während die Kohlensäure nur unter den gewaltsamsten Einwirkungen zersetzbar ist.

Die meisten Pflanzengebilde enthalten Wasserstoff in der Form von Wasser, welches sich als solches abscheiden, ersetzen läßt durch andere Körper; derjenige Wasserstoff aber, welcher zu ihrer Constitution wesentlich ist, kann unmöglich in der Form von Wasser darin enthalten sein.

Aller zum Bestehen einer organischen Verbindung unentbehrliche Wasserstoff wird durch Zersetzung von Wasser der Pflanze geliefert.

Der Assimilationsproceß der Pflanze in seiner einfachsten Form stellt sich mithin dar als eine Aufnahme von Wasserstoff aus dem Wasser und von Kohlenstoff aus der Kohlensäure, in Folge welcher aller Sauerstoff des Wassers und aller Sauerstoff der Kohlensäure, wie bei den flüchtigen sauerstofffreien Oelen, dem Kautschuck ꝛc., oder nur ein Theil dieses Sauerstoffs abgeschieden wird.

Die bekannte Zusammensetzung der verbreitetsten organischen Verbindungen gestattet uns, die Quantität des ausgeschiedenen Sauerstoffs in bestimmten Verhältnissen auszudrücken.

36 Aeq. Kohlensäure u. 22 Aeq. Wasserstoff aus 22 Aeq. Wasser
= Holzfaser, mit Ausscheidung von 72 Aeq. Sauerstoff.
36 Aeq. Kohlensäure u. 36 Aeq. Wasserstoff aus 36 Aeq. Wasser
= Zucker, mit Ausscheidung von 72 Aeq. Sauerstoff.

36 Aeq. Kohlensäure u. 30 Aeq. Wasserstoff aus 30 Aeq. Wasser
= Stärke, mit Ausscheidung von 72 Aeq. Sauerstoff.
36 Aeq. Kohlensäure u. 16 Aeq. Wasserstoff aus 16 Aeq. Wasser
= Gerbesäure, mit Ausscheidung v. 64 Aeq. Sauerstoff.
36 Aeq. Kohlensäure u. 18 Aeq. Wasserstoff aus 18 Aeq. Wasser
= Weinsäure, mit Ausscheidung v. 45 Aeq. Sauerstoff.
36 Aeq. Kohlensäure u. 18 Aeq. Wasserstoff aus 18 Aeq. Wasser
= Aepfelsäure, mit Ausscheidung v. 54 Aeq. Sauerstoff.
30 Aeq. Kohlensäure u. 24 Aeq. Wasserstoff aus 24 Aeq. Wasser
= Terpentinöl, mit Ausscheidung v. 84 Aeq. Sauerstoff.

Man beobachtet leicht, daß die Bildung der Säuren begleitet ist von der schwächsten Sauerstoffausscheidung, sie nimmt zu bei den sogenannten neutralen Stoffen, der Holzfaser, Zucker, Stärke, und erreicht ihr Maximum bei den Oelen. Die Wirkung des Sonnenlichtes, der Einfluß der Wärme bei dem Reifen der Sommerfrüchte wird gewissermaßen durch diese Zahlen repräsentirt.

Beim Reifen der Früchte im Dunkeln vermindert sich unter Absorption von Sauerstoff das harzige wasserstoffreiche Blattgrün; es bilden sich rothe und gelbe Farbestoffe; Weinsäure, Citronensäure, Gerbesäure verschwinden; aus dem Amylon der Früchte entsteht Zucker und Gummi.

6 Aeq. Weinsäure, beim Hinzutreten von 6 Aeq. Sauerstoff, geben Traubenzucker, unter Abscheidung von 12 Aeq. Kohlensäure.

1 Aeq. Gerbestoff, beim Hinzutreten von 8 Aeq. Sauerstoff und 4 Aeq. Wasser, geben unter Ausscheidung von 6 Aeq. Kohlensäure 1 Aeq. Amylum.

Auf diese und ähnliche Weise läßt sich die Bildung von allen stickstofffreien Bestandtheilen aus Kohlensäure und Wasserstoff mit Ausscheidung von Sauerstoff und die Umwand-

lung des einen in den andern durch Ausscheidung von Kohlensäure unter Assimilation von Sauerstoff erklären.

Wir wissen nicht, in welcher Form die Bildung der Bestandtheile organischer Wesen vor sich geht; in dieser Beziehung muß man diese Entwickelung als ein Bild betrachten, geeignet, uns die Entstehung zu versinnlichen, allein man muß dabei nicht vergessen, daß, wenn die Verwandlung der Weinsäure in Zucker, in den Weintrauben z. B., als Thatsache angesehen wird, so kann sie in keinerlei Umständen in anderen Verhältnissen vor sich gehen.

Der Lebensproceß in der Pflanze stellt sich unter dem bezeichneten Gesichtspunkte dar als der Gegensatz des chemischen Processes in der Salzbildung. Kohlensäure, Wasser und Zink, mit einander in Berührung, üben eine bestimmte Wirkung auf einander aus, unter Abscheidung von Wasserstoff entsteht eine weiße, pulverförmige Verbindung, welche Kohlensäure, Zink und den Sauerstoff des Wassers enthält.

Die lebende Pflanze vertritt in diesem Processe das Zink; es entstehen in ihrem Assimilationsproceße, unter Ausscheidung von Sauerstoff, Verbindungen, welche die Elemente der Kohlensäure und den Wasserstoff des Wassers enthalten.

Die Verwesung ist im Eingange als der große Naturproceß bezeichnet worden, in welchem die Pflanze den Sauerstoff an die Luft wieder abgiebt, den sie im lebenden Zustande von derselben nahm. In der Entwickelung begriffen, hat sie Kohlenstoff in der Form von Kohlensäure und Wasserstoff aufgenommen, unter Abscheidung des Sauerstoffs des Wassers und einem Theile oder allem Sauerstoffe der Kohlensäure. In dem Verwesungsproceße wird genau die dem Wasserstoffe

entsprechende Menge von Wasser durch Oxydation auf Kosten der Luft wieder gebildet; aller Sauerstoff der organischen Materie kehrt in der Form der Kohlensäure zur Atmosphäre zurück. Nur in dem Verhältnisse also, in welchem die verwesenden Materien Sauerstoff enthalten, können sie in dem Acte der Verwesung Kohlensäure entwickeln, die Säuren mehr als die neutralen Verbindungen; die fetten Säuren, Harz und Wachs, erhalten sich in dem Boden Jahrhunderte lang ohne bemerkbare Veränderung.

Der Ursprung und die Assimilation des Stickstoffs *).

In dem humusreichsten Boden kann die Entwickelung der Vegetabilien nicht gedacht werden ohne das Hinzutreten von Stickstoff oder einer stickstoffhaltigen Materie.

In welcher Form und wie liefert die Natur dem vegetabilischen Eiweiß, dem Kleber, den Früchten und Samen diesen für ihre Existenz durchaus unentbehrlichen Bestandtheil?

*) Man ist genöthigt (nach den darüber angestellten Versuchen) anzunehmen, daß die Pflanzen sich den Stickstoff nicht anders als aus den vegetabilischen und animalischen Extracten und in den ammoniakalischen Dünsten aneignen, die sie aus dem Boden oder der Atmosphäre einsaugen. Man darf annehmen, daß, wenn die Pflanze mit Hülfe einer kleinen Menge Wasser in einer nicht erneuten Atmosphäre vegetirt, die sich entwickelnden Theile keinen Stickstoff empfangen, als auf Unkosten dessen, was die anderen Theile schon enthalten (de Saussure S. 190).

Auch diese Frage ist einer einfachen Lösung fähig, wenn man sich erinnert, daß Pflanzen zum Wachsen, zur Entwickelung gebracht werden können in Mischungen von ausgeglühter Erde mit Torfasche, oder Kohlenpulver beim Begießen mit Regenwasser.

Das Regenwasser kann den Stickstoff nur in der Form von aufgelöst'er atmosphärischer Luft, oder in der Form von Ammoniak und Salpetersäure enthalten.

Der Stickstoff in der Luft kann durch die gewaltsamsten chemischen Processe nicht befähigt werden, eine Verbindung mit irgend einem Elemente außer dem Sauerstoffe einzugehen; wir haben, wie man später sehen wird, keine Beweise für die Meinung, daß der Stickstoff der Atmosphäre Antheil an dem Assimilationsprocesse der Thiere oder Pflanzen nimmt, im Gegentheil wissen wir, daß viele Pflanzen Stickstoff aushauchen, den die Wurzeln in der Form von Luft oder aufgelöst im Wasser aufgenommen hatten.

Wir haben auf der andern Seite zahllose Erfahrungen, daß die Entwickelung von stickstoffreichem Kleber in den Cerealien in einer gewissen Beziehung steht zu der Menge des aufgenommenen Stickstoffs, der ihren Wurzeln in der Form von Ammoniak durch verwesende thierische Körper zugeführt wird.

Das Ammoniak steht in der Mannigfaltigkeit der Metamorphosen, die es bei Berührung mit anderen Körpern einzugehen vermag, dem Wasser, was sie in einem so eminenten Grade darbietet, in keiner Beziehung nach. In reinem Zustande im Wasser in hohem Grade löslich, fähig, mit allen Säuren lösliche Verbindungen zu bilden, fähig, in Berührung mit anderen Körpern, seine Natur als Alkali gänzlich aufzugeben und die verschiedenartigsten direct einander gegenüberstehenden Formen anzunehmen: diese Eigenschaf-

ten finden wir in keinem andern ſtickſtoffhaltigen Körper wieder.

Ameiſenſaures Ammoniak verwandelt ſich durch den Einfluß einer höheren Temperatur in Blauſäure und Waſſer, ohne Abſcheidung eines Elements; mit Cyanſäure bildet das Ammoniak Harnſtoff; mit ätheriſchem Senföl, Bittermandelöl eine Reihe kryſtalliniſcher Körper; mit dem kryſtalliſirbaren bittern Beſtandtheile der Wurzelrinde des Apfelbaums, dem Phloridzin, mit dem ſüßen des Lichen dealbatus, dem Orcin, mit dem geſchmackloſen der Roccella tinctoria, dem Erythrin verwandelt es ſich bei Gegenwart von Waſſer und Luft in prachtvoll blaue oder rothe Farbeſtoffe; ſie ſind es, welche als Lackmus, Orſeille, künſtlich erzeugt werden. In allen dieſen Verbindungen hat das Ammoniak aufgehört, in der Form von Ammoniak zu exiſtiren, in der Form eines Alkalis. Die meiſten blauen Farbeſtoffe, welche durch Säuren roth, viele rothe, welche durch Alkalien blau werden, enthalten Stickſtoff, aber den Stickſtoff nicht in der Form einer Baſis.

Dieſes Verhalten reicht nicht allein hin, um die Meinung zu rechtfertigen, daß das Ammoniak es iſt, was allen Vegetabilien ohne Ausnahme den Stickſtoff in ihren ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheilen liefert. . . .

Betrachtungen anderer Art geben nichtsdeſtoweniger dieſer Meinung einen Grad der Gewißheit, der jede andere Form der Aſſimilation des Stickſtoffs gänzlich ausſchließt.

Faſſen wir in der That den Zuſtand eines wohlbewirthſchafteten Gutes in's Auge von der Ausdehnung, daß es ſich ſelbſt zu erhalten vermag, ſo haben wir darauf eine gewiſſe Summe von Stickſtoff, was wir in der Form von Thieren, Menſchen, Getreide, Früchten, in der Form von

Thier- und Menſchenexcrementen in ein Inventarium gebracht uns vorſtellen wollen. Das Gut wird bewirthſchaftet ohne Zufuhr von Stickſtoff in irgend einer Form von außen.

Jedes Jahr nun werden die Producte dieſer Oekonomie ausgetauſcht gegen Geld und andere Bedürfniſſe des Lebens, gegen Materialien, die keinen Stickſtoff enthalten. Mit dem Getreide, mit dem Vieh führen wir aber ein beſtimmtes Quantum Stickſtoff aus, und dieſe Ausfuhr erneuert ſich jedes Jahr ohne den geringſten Erſatz; in einer gewiſſen Anzahl von Jahren nimmt das Inventarium an Stickſtoff noch überdies zu. Wo kommt, kann man fragen, der jährlich ausgeführte Stickſtoff her? (Bouſſingault.)

Der Stickſtoff in den Excrementen kann ſich nicht reproduciren, die Erde kann keinen Stickſtoff liefern, es kann nur die Atmoſphäre ſein, aus welcher die Pflanzen und in Folge davon die Thiere ihren Stickſtoff ſchöpfen. (Bouſſingault.)

Es wird in dem zweiten Theile entwickelt werden, daß die letzten Producte der Fäulniß und Verweſung ſtickſtoffhaltiger thieriſcher Körper in zwei Formen auftreten, in den gemäßigten und kalten Climaten vorzugsweiſe in der Form der Waſſerſtoffverbindung des Stickſtoffs, als Ammoniak, unter den Tropen am häufigſten in der Form ſeiner Sauerſtoffverbindung, der Salpeterſäure, daß aber der Bildung der letztern ſtets die Erzeugung der erſtern vorangeht. Ammoniak iſt das letzte Product der Fäulniß animaliſcher Körper, Salpeterſäure iſt das Product der Verweſung des Ammoniaks. Eine Generation von einer Milliarde Menſchen erneuert ſich alle dreißig Jahre; Milliarden von Thieren gehen unter und reproduciren ſich in noch kürzeren Perioden. Wo iſt der Stickſtoff hingekommen, den ſie im lebenden Zuſtande enthielten?

Keine Frage läßt ſich mit größerer Sicherheit und Ge-

wißheit beantworten. Die Leiber aller Thiere und Menſchen geben nach dem Tode durch ihre Fäulniß allen Stickſtoff, den ſie enthalten, in der Form von Ammoniak an die Atmoſphäre zurück. Selbſt in den Leichen auf dem Kirchhofe des Innocens in Paris, 60 Fuß unter der Oberfläche der Erde, war aller Stickſtoff, den ſie in dem Adipocire zurückbehielten, in der Form von Ammoniak enthalten; es iſt die einfachſte, die letzte unter allen Stickſtoffverbindungen, und es iſt der Waſſerſtoff, zu dem der Stickſtoff die entſchiedenſte, die überwiegendſte Verwandtſchaft zeigt.

Der Stickſtoff der Thiere und Menſchen iſt in der Atmoſphäre als Ammoniak enthalten, in der Form eines Gaſes, was ſich mit Kohlenſäure zu einem flüchtigen Salze verbindet, ein Gas, was ſich im Waſſer mit außerordentlicher Leichtigkeit löſ't, deſſen flüchtige Verbindungen ohne Ausnahmen die nämliche Löslichkeit beſitzen.

Als Ammoniak kann ſich der Stickſtoff in der Atmoſphäre nicht behaupten, denn mit jeder Condenſation des Waſſerdampfes zu tropfbarem Waſſer muß ſich alles Ammoniak verdichten, jeder Regenguß muß die Atmoſphäre in gewiſſen Strecken von allem Ammoniak befreien. Das Regenwaſſer muß zu allen Zeiten Ammoniak enthalten; im Sommer, wo die Regentage weiter von einander entfernt ſtehen, mehr als im Winter oder Frühling; der Regen des erſten Regentages muß davon mehr enthalten, als der des zweiten; nach anhaltender Trockenheit müſſen Gewitterregen die größte Quantität Ammoniak der Erde wieder zuführen. Die Analyſen der Luft haben aber bis jetzt dieſen, in derſelben nie fehlenden Ammoniakgehalt nicht angezeigt; iſt es denkbar, daß er unſeren feinſten und genaueſten Inſtrumenten entgehen konnte? Gewiß iſt dieſe Quan-

tität für einen Cubikfuß Luft verschwindend, dessenungeachtet ist sie, die Summe des Stickstoffgehaltes von Tausenden von Milliarden Thieren und Menschen, mehr als hinreichend, um die einzelnen Milliarden der lebenden Geschöpfe mit Stickstoff zu versehen.

Aus der Tension des Wasserdampfes bei 15° R. (6,98 Par. Linien) und aus dem bekannten specifischen Gewichte desselben bei 0° ergiebt sich, daß bei 15° und 28″ Barometerstand 1 Cubikmeter = 64 Cubikfuß (hess.) Wasserdampf von 15° enthalten sind in 48,1 Cubikmeter = 3081,6 Cubikfuß Luft. Diese 64 Cubikfuß Wasserdampf wiegen 767 Grammen oder 1 Pfd. 16,8 Loth.

Wenn wir nun annehmen, daß die bei 15° völlig mit Feuchtigkeit gesättigte Luft alles Wasser, was sie in Gasgestalt enthält, tropfbarflüssig in der Form von Regen fallen läßt, so bekommen wir 1 Pfd. Regenwasser aus 2020,3 Cubikfuß Luft.

Mit diesem einen Pfunde Regenwasser muß die ganze Quantität des in der Form von Gas, in 2020 Cubikfuß Luft enthaltenen Ammoniaks der Erde wieder zugeführt werden. Nehmen wir nun an, daß diese 2020 Cubikfuß Luft nur einen einzigen Gran Ammoniak enthalten, so enthalten 10 Cubikzoll Luft, die wir der Analyse unterwerfen, 0,0000048 Gran Ammoniak; diese außerordentlich geringe Quantität ist absolut unbestimmbar in der Luft durch die feinsten und besten Eudiometer; ihre Bestimmung fiele in die Beobachtungsfehler selbst dann noch, wenn sie zehntausendmal mehr betrüge.

Aber in dem Pfunde Regenwasser, was den ganzen Ammoniakgehalt von 2020,3 Cubikfuß Luft enthält, muß sie bestimmbar sein; es ist klar, daß, wenn dieses eine Pfund nur

¼ Gran Ammoniak enthält, daß jährlich in den 2,500,000 Pfd. Regenwaſſer, die durchſchnittlich auf 2500 □ Meter Land fallen, nahe an 80 Pfd. Ammoniak und damit 65 Pfd. reiner Stickſtoff zugeführt werden. Dies würde bei weitem mehr ſein als 2650 Pfd. Holz oder 2800 Pfd. Heu oder 200 Ctr. Runkelrüben, die Erträge von 1 Morgen Wald, Wieſe und cultivirtem Lande, in der Form von vegetabiliſchem Eiweiß oder Kleber enthalten.

Die genaueſten und mit aller Sorgfalt in dem hieſigen Laboratorium angeſtellten Verſuche haben den Ammoniakgehalt des Regenwaſſers außer allen Zweifel geſtellt; er iſt bis jetzt nur deshalb aller Beachtung entgangen, weil Niemand daran gedacht hat, in Beziehung auf ſeine conſtante Gegenwart eine Frage zu ſtellen.

Alles Regenwaſſer, was zu dieſen Verſuchen genommen wurde, war etwa 600 Schritte ſüdweſtlich von der Stadt Gießen in einer Lage aufgefangen, wo die Richtung des Regenwindes nach der Stadt zugekehrt war.

Als man mehrere hundert Pfunde Regenwaſſer in einer reinen kupfernen Blaſe der Deſtillation unterwarf und die zuerſt übergehenden Pfunde mit Zuſatz von Salzſäure verdampfen ließ, ſo bekam man nach gehöriger Concentration beim Erkalten eine netzförmige ſehr erkennbare Kryſtalliſation von Salmiak; ſtets waren die Kryſtalle braun oder gelb gefärbt.

Das Ammoniak fehlt eben ſo wenig im Schneewaſſer. Der Schnee enthält beim Beginne des Schneefalles ein Maximum von Ammoniak, und ſelbſt in dem, welcher 9 Stunden nach dem Anfange des Schneiens gefallen war, ließ ſich das Ammoniak auf's deutlichſte nachweiſen.

Bemerkenswerth iſt, daß das im Schnee und Regenwaſ-

ſer vorhandene Ammoniak, wenn es durch Kalk entwickelt wird, von einem auffallenden Geruche nach Schweiß und fauligen Stoffen begleitet iſt, was über ſeinen Urſprung keinen Zweifel läßt.

Hünefeld hat dargethan, daß alle Brunnen in Greifswalde, Wiek, Eldena, Koſtenhagen kohlenſaures und ſalpeterſaures Ammoniak enthalten; man hat Ammoniakſalze in vielen Mineralquellen, z. B. in Kiſſingen und anderswo entdeckt; der Gehalt der letzteren kann allein nur aus der Atmoſphäre kommen *).

Jedermann kann ſich auf die einfachſte Weiſe von ſeinem Vorhandenſein im Regenwaſſer überzeugen, wenn man friſch aufgefangenes Regenwaſſer in reinen Porzellanſchalen, mit Zuſatz von etwas Schwefelſäure oder Salzſäure, bis nahe zur Trockniß verdampfen läßt. Dieſe Säuren nehmen dem Ammoniak, indem ſie ſich damit verbinden, ſeine Flüchtigkeit; der Rückſtand enthält Salmiak oder ſchwefelſaures Ammoniak, welches man mit Platinchlorid und noch viel leichter an dem durchdringend urinöſen Geruche erkennt, welcher ſich beim Zuſatz von pulverigem Kalkhydrat entwickelt.

Von dieſem Ammoniakgehalte rührt die von dem reinen deſtillirten Waſſer ſo verſchiedene Beſchaffenheit in der Benetzung der Haut, ſogenannte Weichheit des Regenwaſſers, her; es iſt darin enthalten als kohlenſaures Ammoniak.

*) Der oft bedeutende Gehalt des Brunnenwaſſers an Ammoniak iſt wohl Niemandem bekannter als den Pharmaceuten, welche bei Deſtillation von Waſſer oft den vierten Theil des zuerſt übergehenden wegzuſchütten haben, ehe ſie mit Queckſilberſublimat eine klarbleibende Auflöſung erhalten. Setzt man dem Brunnenwaſſer vor der Deſtillation Phosphorſäure oder Alaun zu, ſo erhält man ein Deſtillat, was weder auf Sublimat noch auf Bleizucker verändernd wirkt. (Wiegmann u. Polſtorf, gekrönte Preisſchrift: Ueber die anorganiſchen Beſtandtheile der Pflanzen. Braunſchweig, Vieweg 1842. S. 54.)

Das Vorhandenſein des Ammoniaks in der Atmoſphäre*), als unbeſtreitbare Thatſache feſtgeſtellt, wiſſen wir, daß ſich ſeine Gegenwart in jedem Zeitmomente durch die ununterbrochen fortſchreitende Fäulniß und Verweſung thieriſcher und vegetabiliſcher Stoffe in der Luft wieder erneuert; ein Theil des mit dem Regenwaſſer niedergefallenen Ammoniaks verdampft wieder mit dem Waſſer; ein anderer Theil wird, wir wollen es annehmen, von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen, und indem es neue Verbindungen eingeht, entſtehen daraus, je nach den verſchiedenen Organen der Aſſimilation und der Mitwirkung gewiſſer anderer Bedingungen, Eiweißſtoff, Kleber und vegetabiliſches Caſein, oder Chinin, Morphium, Cyan und die große Zahl der anderen Stickſtoffverbindungen. Das bekannte chemiſche Verhalten des Ammoniaks entfernt jeden, auch den leiſeſten Zweifel in Beziehung auf ſeine Fähigkeit, Verbindungen dieſer Art einzugehen, ſich alſo zu den mannigfaltigſten Metamorphöſen zu eignen; die jetzt zu löſende Frage beſchränkt ſich lediglich darauf, ob das Ammoniak in der Form von Ammoniak von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen, ob es von den Organen der Pflanzen zur Hervorbringung der darin enthaltenen ſtickſtoffhaltigen Stoffe verwendet wird. Dieſe Frage iſt leicht und mit den bekannteſten und entſcheidendſten Thatſachen zu löſen.

Im Jahre 1834 beſchäftigte ich mich gemeinſchaftlich mit Herrn Geh. Medicinalrath Wilbrand, Profeſſor der Botanik an der hieſigen Univerſität, mit der Beſtimmung des Zuckergehaltes verſchiedener Ahornarten, welche auf unge-

*) Man kann an dem Vorhandenſein ammoniakaliſcher Dünſte in der Atmoſphäre nicht zweifeln, wenn man ſieht, daß ſchwefelſaure Thonerde ſich an der Luft endlich in Ammoniak-Alaun verwandelt. (de Saussure, Réch. sur la végét. deutſche Ausgabe 190).

düngtem Boden ſtanden. Wir bekamen aus allen, durch bloße Abdampfung ohne weitern Zuſatz, kryſtalliſirten Zucker und machten bei dieſer Gelegenheit die unerwartete Beobachtung, daß dieſer Saft bei Zuſatz von Kalk, wie der Rohrzucker bei der Raffination behandelt, eine große Menge Ammoniak entwickelte. In der Vorausſetzung, daß durch die Bosheit eines Menſchen Urin in die an den Bäumen aufgeſtellten Gefäße zum Auffammeln des Saftes gekommen wäre, wurden ſie mit großer Aufmerkſamkeit überwacht, allein auch in dieſem Safte fand ſich wieder eine reichliche Menge Ammoniak in der Form eines neutralen Salzes vor, denn der Saft war vollkommen farblos und beſaß keine Wirkung auf Pflanzenfarben.

Dieſelbe Beobachtung wurde am Birkenſaft gemacht, welcher, zwei Stunden von jeder menſchlichen Wohnung entfernt, von Bäumen aus dem Walde gewonnen war; der mit Kalk geklärte Saft abgedampft, entwickelte reichlich Ammoniak.

Das Thränenwaſſer der Weinrebe hinterläßt, mit einigen Tropfen Salzſäure abgedampft, eine farbloſe gummiähnliche zerfließliche Maſſe, welche durch Zuſatz von Kalk reichlich Ammoniak entwickelt.

In den Rübenzuckerfabriken werden Tauſende von Cubikfußen Saft täglich mit Kalk geklärt, von allem Kleber und vegetabiliſchem Eiweiß befreit, zur Kryſtalliſation abgedampft. Jedermann, welcher in eine ſolche Fabrik eintritt, wird von der außerordentlich großen Menge Ammoniak überraſcht, was ſich mit den Waſſerdämpfen verflüchtigt und in der Luft verbreitet. Auch dieſes Ammoniak iſt darin in der Form eines Ammoniakſalzes zugegen, denn der neutrale Saft verhält ſich wie ihre Auflöſungen im Waſſer; er nimmt wie

diese beim Verdampfen eine saure Reaction an, indem sich das neutrale Salz durch Ammoniakverlust in saures verwandelt. Die freie Säure, die hierbei entsteht, ist, wie man weiß, eine Quelle von Verlust an Rohrzucker für die Rübenzuckerfabrikanten, da durch sie ein Theil des Rohrzuckers in nicht krystallisirbaren Traubenzucker und Syrup übergeht. Die in den Apotheken durch Destillation über Blüthen, Kräutern und Wurzeln enthaltenen Wasser, alle Extracte von Pflanzen enthalten Ammoniak. Der unreife, einer durchsichtigen Gallerte ähnliche Kern der Mandeln und Pfirsiche entwickelt beim Zusatze von Alkalien reichlich Ammoniak. (Robiquet.) Der Saft frischer Tabaksblätter enthält Ammoniaksalze. Wurzeln (Runkelrüben), Stämme (Ahorn), alle Blüthen, die Früchte im unreifen Zustande, überall findet sich Ammoniak.

In dem Ahornsafte, dem Birkensafte, ist neben Zucker der stickstoffreichste unter allen Körpern das Ammoniak, es sind darin alle Bedingungen der Bildung der stickstoffhaltigen und stickstofffreien Bestandtheile der Triebe, Sprossen und Blätter enthalten. Mit ihrer Entwickelung vermindert sich die Menge des Saftes, mit ihrer Ausbildung giebt der Baum keinen Saft mehr. Den entscheidendsten Beweis, daß es das Ammoniak ist, was den Vegetabilien den Stickstoff liefert, giebt die animalische Düngung in der Cultur der Futtergewächse und Cerealien.

Der Gehalt an Kleber ist in dem Weizen, in dem Roggen, der Gerste äußerst verschieden, ihre Körner, auch in dem ausgebildetsten Zustande, sind ungleich reich an diesem stickstoffhaltigen Bestandtheile. In Frankreich fand Prouſt 12,5 p. c., in Baiern Vogel 24; nach Davy enthält der Winterweizen 19, der Sommerweizen 24 p. c., der Sici-

lianische 21, der aus der Berberei 19 p. c. Das Mehl aus Elsasser Weizen enthält nach Bouſſingault 17,3, aus Weizen, der im Jardin des plantes gezogen ward, 26,7, der Winterweizen enthält 33,3 p. c. (Bouſſingault) Kleber. Diesen so großen Abweichungen muß eine Ursache unterliegen, und wir finden diese Ursache in der Cultur. Eine Vermehrung des animalischen Düngers hat nicht allein eine Vermehrung der Anzahl der Samen zur Folge, sie übt auch einen nicht minder bemerkenswerthen Einfluß auf die Vergrößerung des Glutengehaltes.

Die Wirkung des animalischen Düngers ist, wie später gezeigt werden soll, sehr zusammengesetzt, in Beziehung auf seinen Stickstoffgehalt wirkt er aber nur durch Ammoniakbildung; während 100 Theile Weizen, mit dem am Ammoniak ärmsten Kuhmiste gedüngt, nur 11,95 p. c. Kleber und 62,34 Amylon enthielten, gab der mit Menschenharn gedüngte Boden das Maximum an Kleber, nämlich 35,1 p. c. in 100 Theilen Weizen, also nahe die dreifache Menge (Hermbstädt). In gefaultem Menschenharn ist aber der Stickstoff als kohlensaures, phosphorsaures, salzsaures Ammoniak, und in keiner anderen Form, als in der Form eines Ammoniaksalzes enthalten.

In Flandern wird der gefaulte Urin mit dem größten Erfolge als Dünger verwendet. In der Fäulniß des Urins erzeugen sich im Ueberfluß, man kann sagen, ausschließlich nur Ammoniaksalze, denn unter dem Einflusse der Wärme und Feuchtigkeit verwandelt sich der Harnstoff, welcher in dem Urine verwaltet, in kohlensaures Ammoniak. An der Peruanischen Küste wird der Boden, der an und für sich im höchsten Grade unfruchtbar ist, vermittelst eines Düngers

des Guano*), fruchtbar gemacht, den man auf mehreren Inselchen des Südmeeres sammelt. In einem Boden, der einzig und allein nur aus Sand und Thon besteht, genügt es, dem Boden nur eine kleine Quantität Guano beizumischen, um darauf die reichsten Ernten von Mais zu erhalten. Der Boden enthält außer Guano nicht das geringste einer andern organischen Materie, und dieser Dünger enthält weiter nichts, als harnsaures, phosphorsaures, oxalsaures, kohlensaures Ammoniak und einige Erdsalze. (Boussingault, Ann. de chim. et de phys. LXX. p. 319.)

Das Ammoniak in seinen Salzen hat also diesen Pflanzen den Stickstoff geliefert. Was man in dem Getreide aber Kleber nennt, heißt in dem Traubensafte, in den Pflanzensäften vegetabilisches Eiweiß, in dem Samenlappen der Leguminosen vegetabilisches Casein; obwohl dem Namen und dem Verhalten nach verschieden, sind doch diese Körper in ihrer Zusammensetzung identisch.

Das Ammoniak ist es, was dem Hauptbestandtheile der Pflanzen, dem vegetabilischen Eiweiß, den Stickstoff liefert. In keiner andern Form als in der Form von Ammoniak bietet sich den wildwachsenden Pflanzen assimilirbarer Stickstoff dar, es ist das Ammoniak, was sich im Tabak, der Sonnenblume, dem Chenopodium, dem Borago officinalis in Salpetersäure verwandelt, wenn sie auf völlig salpeterlosem Boden wachsen; salpetersaure Salze sind in ihnen Bedingungen ihrer Existenz; sie entwickeln nur dann die üppigste Vegetation, wenn ihnen Sonnenlicht und Ammoniak im Ueberfluß dar-

*) Der Guano stammt auf diesen Inseln von zahllosen Wasservögeln, welche sie zur Zeit der Brut bewohnen; es sind die verfaulten Excremente derselben, welche den Boden mit einer mehrere Fuß hohen Schicht bedecken.

geboten wird; Sonnenlicht, was in ihren Blättern und Stengeln die Ausscheidung von freiem Sauerstoff bewirkt, Ammoniak, durch dessen Verbindung mit dem Sauerstoffe unter allen Umständen Salpetersäure gebildet wird.

Der Urin des Menschen und der fleischfressenden Thiere enthält die größte Menge Stickstoff; theils in der Form von phosphorsauren Salzen, theils in der Form von Harnstoff; der letztere verwandelt sich durch Fäulniß in doppelt kohlensaures Ammoniak, d. h. er nimmt die Form des Salzes an, was wir im Regenwasser finden.

Der Urin des Menschen ist das kräftigste Düngmittel für alle an Stickstoff reichen Vegetabilien; der Urin des Hornviehs, der Schafe, der Pferde ist bei gleichen Volumen minder reich an Stickstoff, aber immer noch unendlich reicher als die Excremente dieser Thiere.

Der Urin der grasfressenden Thiere enthält neben Harnstoff Hippursäure, die sich durch die Fäulniß in Ammoniak und Benzoesäure zersetzt; wir finden das Ammoniak derselben als Kleber, und die Benzoesäure in dem Anthoranthum odoratum als Benzoesäure wieder.

Vergleichen wir den Stickstoffgehalt der Excremente von Thieren und Menschen mit einander, so verschwindet der Stickstoffgehalt der festen, wenn wir ihn mit dem Gehalte an Stickstoff in den flüssigen vergleichen; dies kann der Natur der Sache nach nicht anders sein.

Die Nahrungsmittel, welche Thiere und Menschen zu sich nehmen, unterhalten nur insofern das Leben, die Assimilation, als sie dem Organismus die Elemente darbieten, die er zu seiner eigenen Reproduction bedarf; das Getreide, die frischen und trocknen Gräser und Pflanzen enthalten ohne Ausnahme stickstoffreiche Bestandtheile.

Das Gewicht des Futters und der Speiſe, welche das Thier zu ſeiner Ernährung zu ſich nimmt, vermindert ſich in dem nämlichen Verhältniſſe, als dieſes Futter, die Speiſe, reich, ſie nimmt in demſelben Verhältniſſe zu, als das Futter arm iſt an dieſen ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheilen. Man kann durch Fütterung mit Kartoffeln allein ein Pferd am Leben erhalten, aber dieſes Leben iſt ein langſames Verhungern, es wächſt ihm weder Maſſe noch Kraft zu, es unterliegt einer jeden Anſtrengung. Die Quantitäten von Reis, welche der Indier bei ſeiner Mahlzeit zu ſich nimmt, ſetzen den Europäer in Erſtaunen, aber der Reis iſt die an Stickſtoff ärmſte unter allen Getreidearten.

Es iſt klar, daß der Stickſtoff der Pflanzen und Samen, welche Thieren zur Nahrung dienen, zur Aſſimilation verwendet wird; die feſten Excremente dieſer Thiere müſſen, wenn ſie verdaut ſind, nach ihrem Durchgange durch die Eingeweide ihres Stickſtoffs beraubt ſein, ſie können nur inſofern Stickſtoff noch enthalten, als ihnen Secretionen der Galle und Eingeweide beigemiſcht ſind. Sie müſſen unter allen Umſtänden weniger Stickſtoff enthalten als die Speiſen, als das Futter.

Man kann es demnach als gewiß betrachten, daß, wenn die feſten Excremente eine wohlthätige Wirkung auf die Vegetation ausüben, ſie nicht abhängig ſein kann von ihrem Stickſtoffgehalte.

Unendlich wichtiger als Quellen des Stickſtoffs für die Pflanzen erſcheinen in dieſer Beziehung die flüſſigen Excremente der Thiere, denn ſie enthalten in den meiſten Fällen eine dem Stickſtoffgehalte der Nahrung gleiche, oder nahe gleiche Menge Stickſtoff.

Um die Wichtigkeit der flüssigen Excremente einzusehen, ist es nöthig, auf ihren Ursprung zurückzugehen.

Die gewöhnlichsten Beobachtungen zeigen, daß das Gewicht eines gesunden erwachsenen Menschen oder Thieres von einem Tage zum andern nicht bemerklich zu- oder abnimmt. Nur in der Jugend und im Mästungsprocesse findet eine Zunahme Statt, die aber im Alter durch eine allmälige Abnahme sich ausgleicht.

Der Stickstoffgehalt des Körpers ist also in 24 Stunden so wenig, wie der Gehalt an anderen Materien, vergrößert worden, obwohl dieser Mensch oder das Thier in seiner Nahrung eine sehr beträchtliche Menge Stickstoff in sich aufgenommen hat. Es ist demnach gewiß, daß im erwachsenen Thiere, in freiem ungehinderten Zustande der Bewegung und Arbeit, eine der in der Nahrung enthaltenen gleiche Menge Stickstoff wieder ausgetreten ist, denn, wie bemerkt, sein Stickstoffgehalt nimmt durch die Nahrung kaum merklich oder in einem viel kleinern Verhältnisse zu.

Es ist ebenso bekannt, daß bei Enthaltung aller Speise das Gewicht des Körpers abnimmt, daß bei Personen, welche den Hungertod sterben, sich die Gewichtsabnahme auf alle Bestandtheile des Körpers bis auf Haut und Knochen erstreckt. Wo ist nun, kann man fragen, der Stickstoff der Organe, der verschwundenen Muskeln hingekommen?

Man bemerkt leicht, denn die Abmagerung beweis't es, daß im gesunden Zustande in jedem Lebensmomente eines Thieres ein Theil der lebendigen Körpersubstanz seinen Zustand des Lebens verliert, daß sie die Form von leblosen Verbindungen annimmt, welche mehr oder weniger verändert durch die Secretionsorgane, diese sind die Haut, Lunge und Harnblase, abgeschieden werden.

Die tägliche Abnahme wird ausgeglichen durch die Speise. Die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Nahrung verwandeln sich in Blut. Das Blut dient zur Ernährung, zur Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes. Das Gleichbleiben des Gewichts setzt voraus, daß eine dem Stickstoffgehalte der Speise gleiche Menge Stickstoff in einer andern Form ausgetreten ist. Durch die Haut und Lunge treten Kohlen- und Wasserstoffverbindungen, durch die Harnblase trifft der Stickstoff der umgesetzten Organe aus.

Nimmt der Körper am Gewichte zu, so tritt im Harn ein kleineres Verhältniß, bei Abnahme an Gewicht ein größeres Verhältniß an Stickstoffverbindungen aus.

Man kann also annehmen, daß wir im Urin der Menschen und Thiere bei weitem den größten Theil des Stickstoffs wieder gewinnen können, den die Pflanzen, welche zu ihrer Nahrung dienten, aus der Atmosphäre empfingen.

Es ist klar, daß wir bei Vermeidung alles Verlustes in dem Dünger, welcher aus einem Gemenge von festen und flüssigen Excrementen besteht, eine dem Stickstoffgehalte der auf dem Acker gewachsenen Pflanzen nahe gleiche Menge Stickstoff zurückbringen können; in allen Fällen fügen wir dem Ammoniak, was die Atmosphäre liefert, durch den Dünger eine gewisse Quantität mehr hinzu, und die eigentlich wissenschaftliche Aufgabe für den Oekonomen beschränkt sich mithin darauf, das stickstoffhaltige Nahrungsmittel der Pflanzen, welches die Excremente der Menschen und Thiere durch ihre Fäulniß erzeugen, für seine Pflanzen zu verwenden. Wenn er es nicht in der geeigneten Form auf seine Aecker bringen würde, so ist sein Stickstoffgehalt für ihn zum großen Theil verloren. Ein unbenutzter Hau-

fett Dünger würde ihm durch seinen Ammoniakgehalt nicht mehr als seinen Nachbarn zu Gute kommen; nach einigen Jahren würde er an seinem Platze die kohlenhaltigen Ueberreste der verwesenden Pflanzentheile, aber in ihnen nur einen kleinen Theil Stickstoff mehr wiederfinden. Der größte Theil Stickstoff würde daraus in Form von kohlensaurem Ammoniak entwichen sein. Die Oberfläche von Germanien beschreibt Tacitus als von einem undurchdringlichen Walde bedeckt; von allen Bestandtheilen dieses Waldes ist keine Spur mehr vorhanden, der Kohlenstoff und Stickstoff, die sich als Humus, als Ammoniak im Boden befanden, sie sind in Luftform in die Atmosphäre zurückgekehrt.

Jeder faulende thierische Körper ist eine Quelle von Ammoniak und Kohlensäure, welche so lange dauert, als noch Stickstoff darin vorhanden ist; in jedem Stadium seiner Verwesung oder Fäulniß entwickeln die faulenden Thierstoffe, mit Kalilauge befeuchtet, Ammoniak, was an dem Geruche und durch die dicken weißen Dämpfe bemerkbar wird, wenn man einen mit Säure benetzten festen Gegenstand in ihre Nähe bringt; dieses Ammoniak wird von dem Boden theils in Wasser gelöst, theils in Form von Gas aufgenommen und eingesaugt, und mit ihm findet die Pflanze eine größere Menge des ihr unentbehrlichen Stickstoffs vor, als die Atmosphäre ihn liefert*).

*) Im October 1808 füllte ich (H. Davy) eine weite Retorte mit heiß gährendem Miste an, der zum großen Theil aus Streu und Excrementen von Hornvieh bestand; ich verband sie mit einer Vorlage, welche mit einem Apparate in Verbindung stand, der die Aufsammlung der sich entwickelnden Gase gestattete.

Die Vorlage wurde inwendig sehr bald mit Wassertropfen beschlagen, und in drei Tagen waren 21 Cubikzoll Kohlensäure erhalten. Die Flüssigkeit in der Vorlage wog ¼ Unze; sie enthielt essigsaures und kohlensaures Ammoniak.

Ich leitete nun die Mündung einer zweiten Retorte, die mit ähn-

Aber es ist weit weniger die Menge von Ammoniak, was thierische Excremente den Pflanzen zuführen, als die Form, in welcher es geschieht, welche ihren so auffallenden Einfluß auf die Fruchtbarkeit des Bodens bedingt.

Die wildwachsenden Pflanzen erhalten durch die Atmosphäre in den meisten Fällen mehr Stickstoff in der Form von Ammoniak, als sie zu ihrer Entwickelung bedürfen, denn das Wasser, was durch die Blüthen und Blätter verdunstet, geht in stinkende Fäulniß über, eine Eigenschaft, welche nur stickstoffhaltigen Materien zukommt.

Die Culturpflanzen empfangen von der Atmosphäre die nämliche Quantität Stickstoff, wie die wildwachsenden, wie die Bäume und Sträucher; er ist vollkommen ausreichend für alle Zwecke der Feldwirthschaft; sie unterscheidet sich dadurch wesentlich von der Forstwirthschaft, daß ihre Hauptaufgabe, einer ihrer wichtigsten Zwecke in der Production von Blutbestandtheilen besteht, zu deren Erzeugung, außer dem Ammoniak, noch gewisse andere Bedingungen gehören, während der Zweck der Forstwissenschaft sich hauptsächlich nur auf die Production von Kohlenstoff beschränkt.

Diesen beiden Zwecken sind alle Mittel der Cultur untergeordnet. Von dem kohlensauren Ammoniak, was das Regenwasser dem Boden zuführt, geht nur ein Theil in die Pflanze über, denn mit dem verdampfenden Wasser verflüchtigt sich, jeder Zeit, eine gewisse Menge davon. Nur was der Boden in größerer Tiefe empfängt, was mit dem

* lichem sehr warmen Dünger gefüllt, unter die Wurzeln von Grospflanzen unter den Rasen am Rande des Gartens, und in weniger als einer Woche war eine sehr deutliche Wirkung bemerkbar. An dem Platze, der dem Einflusse des gährenden Düngers ausgesetzt war, wuchs das Gras mit weit größerer Ueppigkeit, als in irgend einem andern Theile des Gartens. (Agric. Chimistry.)

Thau unmittelbar den Blättern zugeführt wird, was sie aus der Luft mit der Kohlensäure einsaugen, nur dies Ammoniak wird für die Assimilation gewonnen werden können.

Die flüssigen thierischen Excremente, der Urin der Menschen und Thiere, mit welchem die ersten durchdrungen sind, enthalten nur einen kleinen Theil des Ammoniaks in der Form von Salzen, in einer Form, wo es seine Fähigkeit, sich zu verflüchtigen, gänzlich verloren hat. Die größte Menge ist darin in der Form von sehr flüchtigem kohlensauren Ammoniak enthalten.

In der Form eines nicht flüchtigen Salzes, den Pflanzen dargeboten, geht auch nicht die kleinste Menge davon den Pflanzen verloren, es wird im Wasser gelöst von den Wurzelfasern eingesaugt.

Die so in die Augen fallende Wirkung des Gypses auf die Entwickelung vieler Pflanzengattungen, die gesteigerte Fruchtbarkeit und Ueppigkeit eines Feldes, das mit Gyps bestreut ist, sie beruht, zum Theil, auf der Fixirung des Ammoniaks der Atmosphäre, auf der Gewinnung von derjenigen Quantität, die auf nicht gegypstem Boden mit dem Wasser wieder verdunstet wäre *).

*) Ein kleines Gartenbeet düngte ich mit frischem Pferdemist, der gehörig damit vermischt wurde, säete in dieses Land Erbsen und Bohnen und bestreute darauf die Oberfläche mit einer Lage ungebranntem Gyps von der Dicke einer Linie. Das Beet wurde vor dem Regen durch eine Bedachung geschützt und in trockner Witterung begossen. Die Erbsen und Bohnen gingen alle auf und wuchsen außerordentlich schnell und üppig.

Bevor dieser Versuch angestellt wurde, untersuchte ich die dazu bestimmte Erde und den Gyps, beide zeigten nicht die geringste Spur eines kohlensauren Salzes in ihrer Mischung.

Als ich aber nach drei Wochen den Gyps von der Oberfläche hinwegnahm und untersuchte, so fand ich, daß der größte Theil desselben in kohlensauren Kalk umgewandelt war. Die ganze Erde einen halben Fuß tief brauste mit Säuren.

Das in dem Regenwaſſer gelöſ'te kohlenſaure Ammoniak zerlegt ſich mit dem Gyps auf die nämliche Weiſe wie in den Salmiakfabriken, es entſteht lösliches, nicht flüchtiges ſchwefelſaures Ammoniak und kohlenſaurer Kalk. Nach und nach verſchwindet aller Gyps, aber ſeine Wirkung hält an, ſo lange noch eine Spur vorhanden iſt.

Man hat die Wirkung des Gypſes und vieler Salze mit der von Gewürzen verglichen, welche die Thätigkeit des Magens, der Eingeweide ſteigern und den Organismus befähigen, mehr und kräftiger zu verdauen.

Eine Pflanze enthält keine Nerven, es iſt keine Subſtanz denkbar, durch die ſie in Rauſch, in Schlaf, in Wahnſinn verſetzt werden kann; es kann keine Stoffe geben, durch welche ein Blatt gereizt wird, eine größere Menge Kohlenſtoff aus der Luft ſich anzueignen, wenn die anderen Beſtandtheile fehlen, welche die Pflanzen, der Samen, die Wurzel, das Blatt neben dem Kohlenſtoffe zu ihrer Entwickelung bedürfen *).

Die günſtigen Wirkungen von kleinen Quantitäten den Speiſen der Menſchen beigemiſchter Gewürze ſind unleugbar, aber man giebt ja den Pflanzen das Gewürz allein, ohne die Speiſe hinzuzufügen, die ſie verdauen ſollen, und dennoch gedeihen ſie mit weit größerer Ueppigkeit.

Ich laugte die Erde mit kaltem Waſſer aus, filtrirte die Flüſſigkeit; ſie gab nach dem Abdampfen eine nicht unanſehnliche Menge ſchwefelſaures Ammoniak. (Joh. Spatzier in Erdmann's Journal für techniſche und ökonomiſche Chemie, Jahrgang 1831. 2ter Band. S. 89.)

*) Selbſt der weiße Arſenik, in geringer Menge angewandt, beſitzt eine wohlthätige Wirkung auf die Vegetation, wie dies ſchon lange Lampadius durch Düngung ganzer Felder bewieſen hat. (Schübler.)

Man sieht leicht, daß die gewöhnliche Ansicht über den Einfluß gewisser Salze auf die Entwickelung der Pflanzen weiter nichts bethätigt, als daß man die Ursache nicht kannte.

Die Wirkung der Kalksalze ist eine Fixirung des Stickstoffs, ein Festhalten von Ammoniak in dem Boden, was die Pflanzen nicht entbehren können.

Um sich eine bestimmte Vorstellung von der Wirksamkeit des Gypses in dieser besonderen Beziehung zu machen, wird die Bemerkung genügen, daß 100 Pfd. gebrannter Gyps so viel Ammoniak in dem Boden fixiren, als 6250 Pfd. reiner Pferdeharn*) demselben in der Voraussetzung zuführen können, daß der Stickstoff der Hippursäure und der des Harnstoffs in der Form von kohlensaurem Ammoniak ohne den geringsten Verlust von der Pflanze aufgenommen würden.

Wenn wir uns denken, daß von 40 Pfd. auf der Oberfläche eines Ackers ausgestreuten Gypses der zehnte Theil in der Form von schwefelsaurem Ammoniak von den Pflanzen aufgenommen werde, so haben wir damit diesen Pflanzen den Stickstoff von 100 Pfd. Heu, oder 50 Pfd. Weizen, oder 60 Pfd. Klee hinzugeführt.

Zur Assimilation des gebildeten schwefelsauren Ammoniaks und zur Zersetzung des Gypses ist, seiner Schwerlöslichkeit (1 Theil bedarf 400 Theile Wasser) wegen, Wasser die unentbehrlichste Bedingung; auf trocknen Feldern und Wiesen ist deshalb sein Einfluß nicht bemerkbar, während auf diesen thierischer Dünger, durch die Assimilation des gasförmigen kohlensauren Ammoniaks, was sich daraus in

*) Ueber den Zusammenhang des Harns siehe den Anhang.

Folge seiner Verwesung entwickelt, seine Wirkung nicht versagt.

Die Zersetzung des Gypses durch das kohlensaure Ammoniak geht nicht auf einmal, sondern sehr allmälig vor sich, woraus sich erklärt, warum seine Wirkung mehrere Jahre anhält.

Nicht minder einfach erklärt sich jetzt die Düngung der Felder mit gebranntem Thon, die Fruchtbarkeit der eisenoxydreichen Bodenarten; man hat angenommen, daß ihre bis dahin so unbegreifliche Wirkung auf einer Anziehung von Wasser beruhe, aber die gewöhnliche trockne Ackererde besitzt diese Eigenschaft in nicht geringem Grade, und welchen Einfluß kann man zuletzt einigen hundert Pfunden Wasser zuschreiben, welche in einem Zustande auf einem Acker vertheilt sind, wo weder die Wurzel, noch die Blätter Nutzen davon ziehen können.

Eisenoxyd und Thonerde zeichnen sich vor allen anderen Metalloxyden durch die Fähigkeit aus, sich mit Ammoniak zu festen Verbindungen vereinigen zu können. Die Niederschläge, die wir durch Ammoniak in Thonerde- und Eisenoxydsalzen hervorbringen, sind wahre Salze, worin das Ammoniak die Rolle einer Base spielt.

Diese ausgezeichnete Verwandtschaft zeigt sich noch in der merkwürdigen Fähigkeit, welche alle eisenoxyd- oder thonerdereichen Mineralien besitzen, Ammoniak aus der Luft anzuziehen und zurückzuhalten.

Ein Criminalfall gab bekanntlich Vauquelin die Veranlassung zur Entdeckung, daß alles Eisenoxyd eine gewisse Quantität Ammoniak enthält; später fand Chevalier, daß das Ammoniak einen Bestandtheil aller eisenhaltigen Mineralien ausmacht, daß sogar der nicht poröse Blutstein

nahe ein p. c. Ammoniak enthält, und Bouis entdeckte, daß der Geruch, den man beim Befeuchten aller thonreichen Mineralien bemerkt, zum Theil von ausgehauchtem Ammoniak herrührt; eine Menge Gyps- und Thonarten, die Pfeifenerde und andere entwickelten selbst noch nach zwei Tagen, wenn sie mit kaustischem Kali befeuchtet wurden, so viel Ammoniak, daß darüber gehaltenes und geröthetes Lackmuspapier davon blau wurde.

Eisenoxydhaltiger Boden und gebrannter Thon, dessen poröser Zustand das Einsaugen von Gas noch mehr begünstigt, sind also wahre Ammoniaksauger, welche es durch ihre chemische Anziehung vor der Verflüchtigung schützen; sie verhalten sich gerade so, wie wenn eine Säure auf der Oberfläche des Bodens ausgebreitet wäre. Mit jedem Regenguße tritt das eingesaugte Ammoniak an das Wasser und wird in Auflösung dem Boden zugeführt.

Eine nicht minder energische Wirkung zeigt in dieser Beziehung das Kohlenpulver; es übertrifft sogar im frisch geglühten Zustande alle bekannten Körper in der Fähigkeit, Ammoniakgas in seinen Poren zu verdichten, da 1 Volumen davon 90 Volumina Ammoniakgas in seine Poren aufnimmt, was sich durch bloßes Befeuchten daraus wieder entwickelt (Saussure).

In dieser Fähigkeit kommt der Kohle das verwesende (Eichenholz) Holz sehr nahe, da es, unter der Luftpumpe von allem Wasser befreit, 72mal sein eigenes Volumen davon verschluckt.

Wie leicht und befriedigend erklären sich nach diesen Thatsachen die Eigenschaften des Humus (der verwesenden Holzfaser). Er ist nicht allein die lange andauernde Quelle von Kohlensäure, sondern er versieht auch die Pflanzen mit

dem zu ihrer Entwickelung unentbehrlichen Stickstoffe*). Wir finden Stickstoff in allen Flechten, welche auf Basalten, auf Felsen wachsen; wir finden, daß unsere Felder mehr Stickstoff produciren, als wir ihnen als Nahrung zuführen; wir finden Stickstoff in allen Bodenarten, in Mineralien, die sich nie in Berührung mit organischen Substanzen befanden. Es kann nur die Atmosphäre sein, aus welcher sie diesen Stickstoff schöpfen.

Wir finden in der Atmosphäre, in dem Regenwasser, im Quellwasser, in allen Bodenarten diesen Stickstoff in der Form von Ammoniak, als Product der Verwesung und Fäulniß der ganzen, der gegenwärtigen Generation vorangegangenen Thier- und Pflanzenwelt; wir finden, daß die Production der stickstoffreichen Bestandtheile der Pflanzen mit der Quantität Ammoniak zunimmt, die wir in dem thierischen Dünger zuführen; und kein Schluß kann wohl besser begründet sein als der, daß das Ammoniak der Atmosphäre es ist, welches den Pflanzen ihren Stickstoff liefert**).

Kohlensäure, Ammoniak und Wasser enthalten in ihren Elementen, wie sich aus dem Vorhergehenden ergiebt, die Bedingungen zur Erzeugung aller Thier- und Pflanzenstoffe während ihres Lebens: Kohlensäure, Ammoniak und Wasser

*) Dampft man Humusextract mit Zusatz von etwas Salzsäure im Wasserbade ab, so erhält man einen Rückstand, der mit Kali Ammoniak entwickelt. Unterwirft man den Humusauszug einer Destillation mit Wasser, fängt das Destillat in verdünnter Salzsäure auf, so erhält man beim Verdampfen desselben Salmiak. Der Humus enthält mithin kohlensaures Ammoniak. (Wiegmann und Polstorf, Preisschrift, S. 53.)

**) Ueber den Antheil, den die Salpetersäure an der Vegetation nimmt, so wie über den Ursprung des Ammoniaks siehe Anhang.

sind die letzten Producte des chemischen Processes ihrer Fäulniß und Verwesung. Alle die zahllosen, in ihren Eigenschaften so unendlich verschiedenen Producte der Lebenskraft nehmen nach dem Tode die ursprünglichen Formen wieder an, aus denen sie gebildet worden sind. Der Tod, die völlige Auflösung einer untergegangenen Generation, ist die Quelle des Lebens für eine neue.

Sind die genannten Verbindungen, kann man nun fragen, die einzigen Bedingungen des Lebens aller Vegetabilien? Diese Frage muß entschieden verneint werden.

Der Ursprung des Schwefels.

Alle Bestandtheile des Thierkörpers, die Muskelfaser, das Zellgewebe, die organische Substanz der Knochen, Haut und Haare u. s. w. bilden sich, wie die Physiologie lehrt, aus der in allen Theilen des Organismus circulirenden Flüssigkeit, die man Blut nennt.

Aus den Bestandtheilen des Blutes entspringen die Bestandtheile aller thierischen Gebilde, sie werden den Thieren von den Pflanzen geliefert. Das fleischfressende Thier lebt und ernährt sich von dem Blute und dem Fleische der pflanzenfressenden Thiere; es verzehrt in diesen die Bestandtheile der Pflanzen, von denen die letzteren sich ernährt haben.

Genaue chemische Untersuchungen haben dargethan, daß die Hauptbestandtheile des Blutes zwei schwefelhaltige Ver-

bindungen sind, von denen die eine mit Albumin, die andere mit Fibrin bezeichnet werden.

Beim Schlagen von frisch gelassenem Blute mit einer Ruthe oder einem Stabe scheidet sich das Fibrin aus dem Blute in der Form von weißen sehr elastischen Fäden ab, beim ruhigen Stehen des Blutes tritt ebenfalls eine Scheidung ein; es gerinnt zu einer Gallerte, die sich nach und nach zusammenzieht, und trennt sich in eine Flüssigkeit von schwach gelblicher Farbe, in Blutserum, Blutwasser, und in ein Netzwerk von unendlich feinen Fibrinfäden, welche wie ein Schwamm den Farbestoff des Blutes, die sogenannten Blutkörperchen, in sich einschließen.

Das Albumin ist vorzüglich in dem Serum enthalten, es ertheilt dieser Flüssigkeit das Vermögen, in der Hitze zu einer weißen, festen, elastischen Masse zu gerinnen, eine Eigenschaft, die von dem Eiweiß, was ebenfalls hauptsächlich aus Albumin besteht, allgemein bekannt ist.

Aus der Circulation genommen, stellt sich das Fibrin als eine in kaltem Wasser völlig unlösliche Verbindung dar.

Das Albumin im Serum und im Eiweiß ist im natürlichen Zustande im Wasser löslich und damit in allen Verhältnissen mischbar.

Als ein von dem Organismus des lebendigen Thieres erzeugter und zur Blutbildung dienender Stoff muß hier noch der Hauptbestandtheil der Milch, das Casein, aufgeführt werden, die einzige stickstoffhaltige Nahrung, welche das junge Thier von seiner Mutter empfängt.

Albumin, Fibrin und Casein zeichnen sich vor allen anderen Thierbestandtheilen durch einen constanten Gehalt an Schwefel aus, der darin nicht in der Form eines Oxydes, von Schwefelsäure oder einem schwefelsauren Salze

enthalten ist. Von dem Albumin der Vogeleier ist es bekannt, daß es beim Faulen Schwefelwasserstoffgas entwickelt, wodurch Silber, überhaupt Metalle, die man damit in Berührung bringt, geschwärzt, d. h. an ihrer Oberfläche in Schwefelmetalle verwandelt werden. Fibrin und Caseïn entwickeln ebenfalls in dem Processe der Fäulniß Schwefelwasserstoffgas; es läßt sich bei diesen drei Körpern durch viele andere Mittel der Schwefelgehalt darthun.

Wo kommen nun, kann man fragen, diese drei Grundstoffe des Thierkörpers her? daß sie von der Nahrung, daß sie von den Pflanzen stammen, ist unzweifelhaft, aber in welcher Form, in welchem Zustande sind sie in den Pflanzen enthalten?

Auch über diese Fragen haben in der neuesten Zeit die Untersuchungen der Chemiker ein klares unzweideutiges Licht verbreitet.

Die Pflanzen enthalten nämlich in den Samen oder Wurzeln abgelagert oder im Safte gelöst, in sehr verschiedenen und wechselnden Mengen, gewisse Schwefelverbindungen, in denen der Stickstoff als Bestandtheil niemals fehlt.

Wir haben zwei dieser Schwefelverbindungen in den Samen der Getreidearten, den Samenlappen der Leguminosen, der Erbsen, Linsen und Bohnen, nie fehlt in dem Safte der Pflanzen eine dritte, welche vorzüglich und in reichlichster Menge in den Gemüsepflanzen enthalten ist.

Die genaue Erforschung der Eigenschaften, so wie ihrer Zusammensetzung hat nun das merkwürdige Resultat ergeben, daß die in dem Safte der Pflanzen gelösten schwefelhaltigen Bestandtheile der Pflanzen identisch sind und die nämliche Zusammensetzung besitzen, wie die Blutbestandtheile, daß zuletzt der in den Erbsen, Bohnen und Linsen enthaltene

Hauptnahrungsſtoff ein gleiches Verhalten und eine gleiche Zuſammenſetzung mit dem Caſein der Milch zeigt.

Dieſe ſchwefelhaltigen Blutbeſtandtheile werden alſo nicht von dem Thiere, ſondern von den Pflanzen erzeugt; wenn ſie in der Nahrung des Thieres fehlen, ſo kann kein Blut gebildet werden; je mehr davon in einem Pflanzenſtoffe vorhanden ſind, deſto nahrhafter, deſto geeigneter iſt er für die Unterhaltung des animaliſchen Lebensproceſſes. Wir haben ferner in gewiſſen Pflanzenfamilien, in den Cruciferen, neben den genannten noch beſondere ſchwefelhaltige Verbindungen, welche weit reicher ſind an Schwefel, als die in den Pflanzen enthaltenen Blutbeſtandtheile.

Beſonders ausgezeichnet in dieſer Hinſicht iſt der ſchwarze Senfſamen, der Meerrettig, der Lauch, die Zwiebeln, das Löffelkraut. Aus allen dieſen Pflanzen erhält man durch Deſtillation mit Waſſer flüchtige Oele, die ſich durch ihren ſtechenden und durchdringenden Geruch von allen nicht ſchwefelhaltigen organiſchen Verbindungen unterſcheiden.

Da nun ſchwefelhaltige Verbindungen in keiner Pflanze, in keinem Samen fehlen, und die Culturpflanzen, welche zur Nahrung der Menſchen und Thiere dienen, ganz beſonders reich an dieſen Beſtandtheilen ſind, ſo ergiebt ſich von ſelbſt, daß zur Entwickelung einer Pflanze eine Schwefelverbindung unentbehrlich iſt, welche dieſen Verbindungen den Schwefel liefert.

Es iſt klar, daß wenn es der Pflanze, alle anderen Bedingungen des Wachsthums als gegeben vorausgeſetzt, an der geeigneten Schwefelverbindung gänzlich fehlt, daß ſich dieſe ſchwefelhaltigen Beſtandtheile nun nicht, oder nur eine der dargebotenen Schwefelverbindung entſprechende Menge derſelben werden erzeugen können. Außer kleinen kaum

nachweisbaren Spuren von Schwefelwasserstoff kann die Luft keine Schwefelverbindung enthalten; es kann demnach nur der Boden sein, welcher den zum Gedeihen der Pflanze nothwendigen Schwefel liefert; außer durch die Wurzeln kennen wir keine andere Form, durch welche die Aufnahme des Schwefels vermittelt wird.

In Beziehung auf die Form, in welcher Schwefelverbingen im Boden vorkommen, geben uns die Analysen von zahllosen Mineralquellen einen sehr befriedigenden Aufschuß. Alle diese Wasser stammen von der Erdoberfläche, es ist Regenwasser, was in Gebirgen fallend durch die Erde sickert und sich aller löslichen Materien, denen es auf seinem Wege begegnet, bemächtigt, sie lösen sich darin auf und ertheilen ihm Eigenschaften, welche das reine Wasser nicht besitzt.

Unter den in dem Quell- und Brunnenwasser gelöst'ten Materien finden sich als sehr selten fehlende Bestandtheile schwefelsaure Salze; die durch Auslaugen von fruchtbarer Garten- und Ackererde erhaltene Flüssigkeit enthält stets bestimmt nachweisbare Mengen von diesen Salzen.

Wir können demnach über den Ursprung des Schwefels in den Pflanzen kaum zweifelhaft sein; so weit unsere Kenntniß reicht, stammt der Schwefel von schwefelsauren Salzen, welche, im Wasser gelöst, durch die Wurzeln von der Pflanze aus dem Boden aufgenommen werden.

Von einem andern, man kann sagen, nie fehlenden Bestandtheile der Quellwasser, vom sauren kohlensauren Kalke rührt es her, daß wir so selten Ammoniaksalze, namentlich schwefelsaures Ammoniak, in den Mineralquellen finden, weil bei den Processen der Analyse, beim Verdampfen des Wassers, das vorhandene Ammoniaksalz durch den kohlensauren Kalk

eine Zerlegung erfährt, in deren Folge das Ammoniak verflüchtigt wird.

Die nach unserer Vorstellung für die Assimilation geeignetste Schwefelverbindung ist unstreitig das schwefelsaure Ammoniak. Dieses Salz enthält zwei Elemente, welche für das Leben der Pflanze gleich nothwendig sind, nämlich Schwefel und Stickstoff; beide sind Bestandtheile des Pflanzen-Albumins, -Fibrins- und -Caseins, und was noch bemerkenswerther ist, das schwefelsaure Ammoniak kann den Elementen nach als eine Verbindung von Wasser mit gleichen Aequivalenten Schwefel und Stickstoff angesehen werden, in der Art also, daß, durch eine bloße Trennung oder Ausscheidung der Elemente von Wasser, Schwefel und Stickstoff in einen Bestandtheil der lebendigen Pflanze überzugehen vermögen.

Auf ein Aequivalent Schwefel enthalten die schwefelhaltigen Bestandtheile der Pflanzen nahe an 8 Aequivalente Stickstoff; es ist klar, daß den Organen der Pflanze weit mehr Ammoniak, als in dem schwefelsauren Ammoniak vorhanden ist, dargeboten werden muß, wenn aller Schwefel des Ammoniaksalzes übergehen soll in einen Bestandtheil der organischen Schwefelverbindung.

Es findet hierbei ein ganz ähnliches Verhältniß Statt, wie in der Assimilation des Kohlenstoffs und Stickstoffs, der den Pflanzen als kohlensaures Ammoniak zugeführt wurde; zu dem letztern (angenommen, es enthielte zwei Aequivalente Kohlenstoff auf 1 Aeq. Stickstoff) muß nothwendig der Kohlenstoff von 6 Aequivalenten Kohlensäure gleichzeitig hinzugezogen werden und in Verbindung mit dem einen Aequivalent Stickstoff treten, wenn einer der stickstoffhaltigen Hauptbestandtheile der Pflanzen gebildet werden soll, denn diese enthalten auf 1 Aeq. Stickstoff 8 Aeq. Kohlenstoff.

Der Uebergang des Schwefels eines schwefelsauren Salzes zu einem Bestandtheile eines Pflanzenstoffs setzt nothwendig voraus, daß die Schwefelsäure durch die nämlichen Ursachen, welche die Assimilation des Kohlenstoffs der Kohlensäure in der Pflanze bewirken, zerlegt wird in Sauerstoff, der sich abscheidet, und in Schwefel, der in Verbindung tritt. Denken wir uns die Schwefelsäure zugeführt in der Form von schwefelsaurem Kali oder Natron, so werden diese Basen nach der Zerlegung der Schwefelsäure in Freiheit gesetzt werden.

Wir finden nun, daß diese Basen Bestandtheile aller Cultur- und der meisten wildwachsenden Pflanzen ausmachen, wir finden sie darin entweder mit organischen Säuren oder, was noch bemerkenswerther ist, mit den schwefelhaltigen Bestandtheilen der Pflanzen selbst verbunden.

Das vegetabilische Casein in den Samenlappen der Leguminosen ist für sich nicht im Wasser löslich, in dem Zustande aber, in welchem es in den Pflanzen enthalten ist, löst es sich leicht im Wasser. Diese Löslichkeit verdankt es einem Gehalte von Kali und Natron.

So findet sich denn das Albumin in den Pflanzensäften stets mit Natron oder Kali vereinigt, und wir müssen uns denken, daß der im Wasser nicht lösliche Bestandtheil der Cerealien, das Pflanzenfibrin ursprünglich ebenfalls löslich war und durch Vermittelung eines Alkalis in die Samen gelangte.

Das Natron und Kali der schwefelsauren Alkalien, welche den schwefelhaltigen Bestandtheilen der Pflanzen den Schwefel lieferten, bleiben also entweder in Verbindung mit diesen Stoffen, oder sie gehen eine neue Verbindung ein, oder sie kehren in den Boden zurück.

Das am meisten verbreitete schwefelsaure Salz ist aber Gyps (schwefelsaurer Kalk), er kann seiner Löslichkeit wegen entweder direct in die Pflanze übergehen oder, durch das kohlensaure Ammoniak des Regenwassers zersetzt, in der Form von schwefelsaurem Ammoniak.

Eine Auflösung von Gyps, welche Kochsalz oder Chlorkalium enthält, so wie das Seewasser und die meisten Quellwasser, kann angesehen werden als eine Mischung eines schwefelsauren Alkalis mit Chlorcalcium.

Es ist klar, daß wenn wir einer Pflanze Gyps und Kochsalz gleichzeitig zuführen, so wird sie sich gegen diese Auflösung genau so verhalten, wie wenn wir ihr schwefelsaures Natron und Chlorcalcium zugeführt hätten. Für die Bildung ihrer schwefelhaltigen Bestandtheile wird der Schwefel und das Alkali des schwefelsauren Salzes in ihrem Organismus zurückbleiben; Chlor und Calcium werden durch die Wurzeln wieder austreten.

In den Seepflanzen geht, wie wir mit Bestimmtheit wissen, diese Zersetzungsweise vor sich; das Natron oder Kali stammt vom Kochsalz oder Chlorkalium her, welches in Gegenwart des schwefelsauren Kalks oder der Bittererde eine Zerlegung erfährt. Dasselbe muß für die Getreidearten und alle Pflanzen, welche keinen Kalk enthalten, angenommen werden, denen der Schwefel in der Form von Gyps zugeführt worden ist, und der Nutzen des Kochsalzes für manche Pflanzengattungen findet hierin seine Erklärung.

Die anorganischen Bestandtheile der Vegetabilien *).

Kohlensäure, Ammoniak und Wasser können von keiner Pflanze entbehrt werden, eben weil sie die Elemente enthalten, woraus ihre Organe bestehen; aber zur Ausbildung gewisser Organe zu besonderen Verrichtungen, eigenthümlich für jede Pflanzenfamilie, gehören noch andere Materien, welche der Pflanze durch die anorganische Natur dargeboten werden.

Wir finden diese Materien, wiewohl in verändertem Zustande, in der Asche der Pflanzen wieder.

Von diesen anorganischen Bestandtheilen sind viele veränderlich, je nach dem Boden, auf dem die Pflanzen wachsen; allein eine gewisse Anzahl davon ist für ihre Entwickelung unentbehrlich.

Die Wurzel einer Pflanze in der Erde verhält sich zu

*) Verschiedene Schriftstelleller haben angenommen, daß die mineralischen Substanzen, welche man in den Vegetabilien findet, darin nur zufällig und durchaus nicht zu ihrer Existenz nothwendig seien, weil sie selbige nur in äußerst geringer Menge enthielten. Diese Meinung, vielleicht wahr in Hinsicht auf die Stoffe, welche nicht immer in der nämlichen Pflanze gefunden werden, ist indeß nicht für die bewiesen, welche constant darin vorkommen; ihre geringe Menge ist kein Zeichen ihrer Unnützlichkeit. Die in einem Thiere enthaltene Menge phosphorsaurer Kalkerde macht noch nicht den fünften Theil seines Gewichtes aus, Niemand zweifelt indessen, daß dieses Salz für den Bau seiner Knochen nicht wesentlich sei. Ich habe dieses Salz in den Aschen aller Pflanzen, die ich untersuchte, gefunden, und wir haben keinen Grund zu behaupten, daß sie ohne dasselbe existiren können (de Saussure, p. 241).

allen gelöst'ten Stoffen wie ein Schwamm, der das Flüssige und Alles, was darin ist, ohne Auswahl einsaugt. Die der Pflanze in dieser Weise zugeführten Stoffe werden in größerer oder geringerer Menge zurückbehalten oder wieder ausgeschieden, je nachdem sie zur Assimilation verwendet werden oder sich nicht dafür eignen.

In den Samen aller Grasarten, der Erbsen, Bohnen, Linsen fehlen aber z. B. niemals phosphorsaure Alkalien und Erden; aus dem Weizenmehl gehen sie in das Brot, die Salze der Gerste gehen in das Bier über. Die Kleie des Mehls enthält eine große Menge phosphorsaures Bittererde-Ammoniak, und es ist dieses Salz, aus dem im krystallisirten Zustande die oft mehrere Pfunde schweren Steine in dem Blinddarme der Müllerpferde gebildet werden, welches sich aus dem Biere in Gestalt eines weißen Niederschlags absetzt, wenn man es mit Ammoniak vermischt.

Die meisten, man kann sagen, alle Pflanzen enthalten organische Säuren von der mannigfaltigsten Zusammensetzung und Eigenschaften; alle diese Säuren sind an Basen gebunden, an Kali, Natron, Kalk oder Bittererde, nur wenige Pflanzen enthalten freie organische Säuren; diese Basen sind es offenbar, welche durch ihr Vorhandensein die Entstehung dieser Säuren vermitteln; mit dem Verschwinden der Säure bei dem Reifen der Früchte, der Weintrauben z. B., nimmt der Kaligehalt des Saftes ab.

In denjenigen Theilen der Pflanzen, in denen die Assimilation am stärksten ist, wie in dem Holzkörper, finden sich diese Bestandtheile in der geringsten Menge, ihr Gehalt ist am größten in den Organen, welche die Assimilation vermitteln; in den Blättern findet sich mehr Kali, mehr

Asche als in den Zweigen, diese sind reicher daran als der Stamm (Saussure). Vor der Blüthe enthält das Kartoffelkraut mehr Kali als nach derselben (Mollerat).

In den verschiedenen Pflanzenfamilien finden wir die verschiedensten Säuren; Niemand kann nur entfernt die Ansicht hegen, daß ihre Gegenwart, daß ihre Eigenthümlichkeit ein Spiel des Zufalls sei. Die Fumarsäure, die Oxalsäure in den Flechten, die Chinasäure in den Rubiaceen, die Roccellsäure in der Roccella tinctoria, die Weinsäure in den Weintrauben, und die zahlreichen anderen organischen Säuren, sie müssen in dem Leben der Pflanze zu gewissen Zwecken dienen. Das Bestehen einer Pflanze kann ohne ihre Gegenwart nicht gedacht werden.

In dieser Voraussetzung aber, welche für unbestreitbar gehalten werden darf, ist irgend eine alkalische Basis ebenfalls eine Bedingung ihres Lebens, denn alle diese Säuren kommen in der Pflanze als neutrale oder saure Salze vor. Es giebt keine Pflanze, welche nicht nach dem Einäschern eine kohlensäurehaltige Asche hinterläßt, keine also, in welcher pflanzensaure Salze fehlen; nur in denjenigen Pflanzen, welche reich an Kohlensäure sind, bleibt die Kohlensäure nach dem Glühen nicht zurück, indem sie durch die Kieselsäure ausgetrieben wird.

Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, gewinnen diese Basen eine für die Physiologie und Agricultur hochwichtige Bedeutung, denn es ist klar, daß die Quantitäten dieser Basen, wenn das Leben der Pflanzen in der That an ihre Gegenwart gebunden ist, unter allen Umständen ebenso unveränderlich sein müssen, als es, wie man weiß, die Sättigungscapacität der Säuren ist.

Es ist kein Grund vorhanden zu glauben, daß die Pflanze

im Zustande der freien ungehinderten Entwickelung mehr von der ihr eigenthümlichen Säure producire, als sie gerade zu ihrem Bestehen bedarf; in diesem Falle aber wird eine Pflanze, auf welchem Boden sie auch wachsen mag, stets eine nie wechselnde Menge alkalischer Basis enthalten. Nur die Cultur wird in dieser Hinsicht eine Abweichung bewirken können.

Um diesen Gegenstand zum klaren Verständniß zu bringen, wird es kaum nöthig sein, daran zu erinnern, daß sich viele dieser alkalischen Basen in ihrer Wirkungsweise vertreten können, daß mithin der Schluß, zu dem wir nothwendig gelangen müssen, in keiner Beziehung gefährdet wird, wenn eine dieser Basen in einer Pflanze vorkommt, während sie in einer andern Pflanze derselben Art fehlt.

Wenn der Schluß wahr ist, so muß die fehlende Basis ersetzt und vertreten sein durch eine andere von gleichem Wirkungswerthe, sie muß ersetzt sich vorfinden durch ein Aequivalent von einer der anderen Basen. Die Anzahl der Aequivalente dieser Basen wäre hiernach eine unveränderliche Größe, und hieraus würde von selbst die Regel gefolgert werden müssen, daß die Sauerstoffmenge aller alkalischen Basen zusammengenommen unter allen Umständen unveränderlich ist, — auf welchem Boden die Pflanze auch wachsen, welchen Boden sie auch erhalten mag*).

*) Wenn wir Schwefelsäure mit Kali, Natron, Kalk, Bittererde in einem gewissen Verhältnisse zusammenbringen, so verschwinden die Eigenschaften der Säure und des Alkalis; und wir erhalten ein neutrales schwefelsaures Salz dieser Basen.

100 Theile Schwefelsäure bedürfen, um neutralisirt zu werden, sehr ungleiche Gewichtsmengen dieser Basen, wir haben dazu 118 Theile Kali, 78 Theile Natron, 71 Theile Kalk und 51,6 Bittererde nöthig.

Um mit 118 Kali (der Quantität, welche 100 Schwefelsäure sättigt) ein neutrales salpetersaures Salz hervorzubringen, muß man 135 Salpetersäure haben.

Dieser Schluß bezieht sich, wie sich von selbst versteht, nur auf diejenigen alkalischen Basen, welche als pflanzensaure Salze Bestandtheile der Pflanzen ausmachen; wir finden nun gerade diese in der Asche derselben als kohlensaure Salze wieder, deren Qualität leicht bestimmbar ist. Die in der Rinde enthaltenen Basen gehören dem lebendigen Organismus nicht mehr an.

Es sind von de Saussure und Berthier eine Reihe von Analysen von Pflanzenaschen angestellt worden, aus

---

Wenn man nun jetzt untersucht, wie viel Natron, Kalk, Bittererde nöthig ist, um diese 135 Salpetersäure zu sättigen, so ergiebt sich, daß man dazu 78 Natron, 71,2 Kalk, 51,6 Bittererde bedarf, genau die nämlichen Mengen also, wie zu 100 Schwefelsäure.

Welche Säure man nun mit diesen Basen auch neutralisiren mag, wie sehr die Gewichtsmengen von obigen Zahlen auch abweichen mögen, ihr relatives Verhältniß ist unveränderlich. Wenn man zur Sättigung 51,6 Bittererde verbraucht hat, so kann man mit absoluter Bestimmtheit darauf rechnen, daß man für die gleiche Quantität Säure 78 Natron verbrauchen wird.

Worauf beruht, kann man fragen, die ungleiche Fähigkeit dieser Metalloxyde, die Säure zu neutralisiren? Was ist der Grund, daß man, um denselben Effect hervorzubringen, weit weniger Natron, daß man nur halb so viel Bittererde als Kali bedarf, daß das relative Verhältniß bei allen Säuren ein constantes ist?

Diese Fragen haben sich, seit die Zusammensetzung dieser Basen bekannt ist, auf eine sehr einfache Weise gelöst. Alle diese Basen enthalten Sauerstoff in Verbindung mit Metallen, und von der Menge des darin enthaltenen Sauerstoffs hängt ihre Sättigungsfähigkeit ab. Die so ungleichen Mengen der oben genannten Basen enthalten einerlei Mengen Sauerstoff.

				Sauerstoffgehalt der Base.
100	Schwefelsäure	neutralisiren	118 Kali	20
100	»	»	78 Natron	20
100	»	»	71,2 Kalk	20
100	»	»	51,6 Bittererde	20

Wenn wir nun 100 Theile Schwefelsäure mit Kali und Natron, oder Kali, Natron, Kalk, oder mit Kali, Natron, Kalk und Bitter-

denen sich als unmittelbares Resultat ergab, daß der Boden einen entschiedenen Einfluß auf den Gehalt der Pflanzen an diesen Metalloxyden hat, daß Fichtenholzasche vom Mont Breven z. B. Bittererde enthielt, welche in der Asche desselben Baumes vom Gebirge La Salle fehlte, daß die Mengen des Kalis und Kalks in den Bäumen der beiden Standorte ebenfalls sehr verschieden waren.

Man hat, wie ich glaube, mit Unrecht hieraus geschlossen, daß die Gegenwart dieser Basen in den Pflanzen in keiner besondern Beziehung zu ihrer Entwickelung stehe, denn wenn dies wirklich wäre, so müßte man es für das sonderbarste Spiel des Zufalls halten, daß gerade durch diese Analysen der Beweis vom Gegentheile geführt werden kann.

Diese beiden Fichtenaschen von einer so ungleichen Zusammensetzung enthalten nämlich nach de Saussure's Analyse eine gleiche Anzahl von Aequivalenten von diesen Metalloxyden, oder, was das nämliche ist, der Sauerstoffgehalt von allen zusammengenommen ist in beiden gleich.

---

erde neutralysiren, so nimmt die Schwefelsäure von den zwei oder drei oder vier Basen die Quantitäten auf, welche durch ihren Sauerstoffgehalt genau begrenzt sind. Dies Verhältniß läßt sich durch folgendes Schema versinnlichen:

	wechselnde Mengen von:	welche enthalten:
100 Th. Schwefelsäure neutralisiren	Kalium, Natrium	20 Th. Sauerstoff.
100 » » »	Kalium, Natrium, Calcium	20 » »
100 » » »	Kalium, Natrium, Kalk, Magnesium	20 » »

100 Theile Fichtenasche von Mont Breven enthalten*):

Kohlensaures Kali . .	3,60	Sauerstoffgehalt des Kalis	0,415
Kohlensauren Kalk . .	46,34	» » des Kalks . .	7,327
Kohlensaure Bittererde .	6,77	» » der Bittererde .	1,265
Summe der kohlensauren Salze . . .	56,71	in Summe Sauerstoff	9,007

100 Theile Fichtenasche vom Mont La Salle enthalten**):

Kohlensaures Kali	7,36	Sauerstoffgehalt des Kalis	0,85
Kohlensauren Kalk	51,19	» » des Kalks	8,10
Bittererde	00,00		
Summe der kohlensauren Salze	56,71	in Summe Sauerstoff	8,95

Die Zahlen 9,007 und 8,95, welche den Sauerstoffgehalt aller Basen in beiden Fichtenaschen zusammengenommen ausdrücken, sind einander so nahe, wie nur in Analysen erwartet werden kann, wo die Ausmittelung desselben die ganze Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt.

Vergleicht man Berthier's Analysen von zwei Tannenaschen mit einander, von denen die eine in Norwegen, die andere in Allevard (Departement de l'Isère) vorkommt, so findet man in der einen 50 p. c., in der andern nur 25 p. c. lösliche Salze; es giebt kaum in zwei ganz verschiedenen Pflanzengattungen eine größere Verschiedenheit in dem Gewichtsverhältnisse der darin vorkommenden alkalischen Basen, und dennoch sind die Sauerstoffmengen der Basen zusammengenommen einander gleich.

100 Theile Tannenholzasche von Allevard nach Berthier (Ann. de chim. et de phys. T. XXXII. p. 248):

*) 1000 Theile Fichtenholz von Mont Breven gaben 11,87 Asche.
**) 1000 Theile Fichtenholz von Mont La Salle gaben 11,28 Asche.

Kali und Natron	16,8	Sauerstoffgehalt*)	3,57
Kalk	29,6	» »	8,36
Magnesia . . .	3,3	» »	1,26
	49,5		13,19

Das Kali und Natron ist in dieser Asche nur zum Theil mit Pflanzensäure verbunden, ein anderer Theil ist als schwefelsaures und phosphorsaures Salz und Chlormetall zugegen, in 100 Theilen sind davon 0,797 Schwefelsäure, 3,12 Phosphorsäure und 0,077 Chlorwasserstoffsäure, welche zusammen eine Quantität Basis neutralisiren, die 0,53 Sauerstoff enthält. Diese Zahl muß von 13,19 abgezogen werden. Man hat demnach 12,66 für die Sauerstoffmenge der an Pflanzensäuren in dem Tannenholze von Allevard gebundenen alkalischen Basen.

Das Tannenholz von Norwegen enthält in 100 Theilen:

Kali . .	14,1	Sauerstoffgehalt	2,4
Natron .	20,7	» »	5,3
Kalk . .	13,6	» »	3,82
Magnesia.	4,35	» »	1,69
	52,75		13,21

Zieht man von 13,21 die Sauerstoffmengen der Basen ab, die in dieser Asche mit Schwefelsäure und Phosphorsäure vereinigt sind, nämlich 0,79, so bleiben für Sauerstoff in den Basen der pflanzensauren Salze 12,42.

Diese so merkwürdige Uebereinstimmung kann nicht zufällig sein, und wenn weitere Untersuchungen sie bei anderen Pflanzengattungen bestätigen, so läßt sich ihr keine andere Erklärung unterlegen. Wir wissen nicht, in welcher Form das Mangan- und Eisenoxyd in der Pflanze

*) Für gleiche Atomgewichte angenommen.

enthalten ist, nur darüber sind wir gewiß, daß Kali, Natron und Bittererde durch bloßes Wasser in der Form von pflanzensauren Salzen aus allen Pflanzentheilen ausgezogen werden können; dasselbe ist der Fall mit dem Kalke, wenn er nicht als unlöslicher kleesaurer Kalk zugegen ist. Man muß sich daran erinnern, daß in den Oxalisarten Kleesäure und Kali vorkommt, und zwar nie als neutrales oder als vierfachsaures, sondern stets als doppeltsaures Salz, auf welchem Boden die Pflanze auch wachsen mag; wir finden in den Weintrauben das Kali immer als Weinstein, als saures Salz, nie in der Form von neutralem. Für die Entwickelung der Früchte und Samen, man kann sagen, für eine Menge von Zwecken, über die wir nur Vermuthungen haben, muß die Gegenwart dieser Säuren und Basen eine gewisse Bedeutung haben, eben weil sie niemals fehlen und weil die Form ihres Vorkommens keinem Wechsel unterliegt. Die Quantität der in einer Pflanze vorkommenden alkalischen Basen hängt aber lediglich von dieser Form ab, denn die Sättigungscapacität einer Säure ist eine unveränderliche Größe.

Genaue und zuverlässige Untersuchungen der Asche von Pflanzen derselben Art, welche auf verschiedenen Bodenarten gewachsen sind, erscheinen hiernach als eine für die Physiologie der Gewächse höchst folgenreiche Aufgabe; sie werden entscheiden, ob sich diese merkwürdige Thatsache zu einem bestimmten Gesetze für eine jede Pflanzenfamilie gestaltet, ob also eine jede noch außerdem durch eine gewisse unveränderliche Zahl charakterisirt werden kann, welche der Ausdruck des Sauerstoffgehalts der Basen ist, die in der Form von pflanzensauren Salzen ihrem Organismus angehören.

Man kann mit einiger Wahrscheinlichkeit voraussetzen, daß diese Forschungen zu einem wichtigen Resultate führen werden; denn es ist klar, wenn die Erzeugung von bestimmten unveränderlichen Mengen von pflanzensauren Salzen durch die Eigenthümlichkeit ihrer Organe geboten, wenn sie zu gewissen Zwecken für ihr Bestehen unentbehrlich sind, so wird die Pflanze Kali oder Kalk aufnehmen müssen, und wenn sie nicht so viel vorfindet, als sie bedarf, so wird das Fehlende durch andere alkalische Basen von gleichem Wirkungswerthe ersetzt werden; wenn ihr keine von allen sich darbietet, so wird sie nicht zur Entwickelung gelangen.

Der Samen von Salsola Kali giebt, in gewöhnliche Gartenerde gesäet, eine Pflanze, welche Kali und Natron enthält; der Samen der letztern liefert eine Pflanze, worin sich bloß Kalisalze mit Spuren von Kochsalz vorfinden (Cadet)*).

Das Vorkommen von organischen Basen in der Form von pflanzensauren Salzen giebt der Meinung, daß alkalische Basen überhaupt zur Entwickelung der Pflanzen gehören, ein großes Gewicht.

---

*) Ich versetzte einige dieser niedlichen Pflänzchen in einen mit gewöhnlicher Gartenerde gefüllten Blumentopf, welche nur Spuren von Chlormetallen enthielt, und begoß dieselben mit einer schwachen Auflösung von Chlorkalium. Die Pflanzen wuchsen bei dieser Behandlung äußerst üppig, blühten reichlich und nahmen den Topf so ein, daß sie sich weit über den Rand desselben erstreckten. Ich versetzte die Pflanzen nun in's freie Land, ohne sie weiter mit Chlorkalium zu versehen, allein im folgenden Jahre kränkelten sie und starben um die Blüthezeit ab. Aus diesen Versuchen geht hervor, daß beide Pflanzenarten Chlormetalle zu ihrer Nahrung bedürfen, daß es aber gleichgültig ist, ob das Chlor an Kalium oder Natrium gebunden ist. (Dr. A. F. Wiegmann und Polstorf, Preisschrift über die anorganischen Bestandtheile der Pflanzen. Braunschweig, Vieweg 1842.)

Wir sehen z. B., wenn wir Kartoffeln unter Umständen wachsen lassen, wo ihnen die Erde, als das Magazin anorganischer Basen, fehlt, wenn sie z. B. in unseren Kellern wachsen, daß sich in ihren Trieben, in ihren langen, dem Lichte sich zuwendenden Keimen ein wahres Alkali von großer Giftigkeit, das Solanin, erzeugt, von dem wir nur Spuren in den Wurzeln, dem Kraute, den Blüthen oder Früchten derjenigen Kartoffeln entdecken, die im Felde gewachsen sind (Otto).

In allen Chinasorten findet sich Chinasäure, aber die veränderlichsten Mengen von Chinin, Cinchonin und Kalk; man kann den Gehalt an den eigentlichen organischen Basen ziemlich genau nach der Menge von fixen Basen beurtheilen, die nach der Einäscherung zurückbleiben.

Einem Maximum der ersteren entspricht ein Minimum der anderen, gerade so wie es in der That stattfinden muß, wenn sie sich gegenseitig nach ihren Aequivalenten vertreten.

Wir wissen, daß die meisten Opiumsorten Meconsäure, gebunden an die veränderlichsten Mengen von Narcotin, Morphin, Codein ꝛc. enthalten, stets vermindert sich die Quantität der einen mit dem Zunehmen der andern. Die kleinste Menge Morphin finden wir stets begleitet von einem Maximum von Narcotin.

In manchen Opiumsorten läßt sich keine Spur Meconsäure entdecken*), aber die Säure fehlt deshalb nicht, sie ist in diesem Falle durch eine anorganische Säure, durch Schwefelsäure vertreten, und auch hier zeigt sich in den Sorten,

*) Robiquet bekam in einer Behandlung von 300 Pfd. Opium keine Spur meconsauren Kalk, während andere Sorten ihm sehr beträchtliche Quantitäten davon gaben. (Ann. de chim. LIII, p. 425.)

wo beide vorhanden ſind, daß ſie zu einander ſtets in einem gewiſſen Verhältniſſe ſtehen.

Wenn aber, wie in dem Safte des Mohns ſich herauszuſtellen ſcheint, eine organiſche Säure in einer Pflanze vertreten ſein kann durch eine anorganiſche, ohne daß die Entwickelung der Pflanze darunter leidet, ſo muß dies in um ſo höherem Grade bei den anorganiſchen Baſen ſtattfinden können.

Finden die Wurzeln der Pflanze die eine Baſe in hinreichender Menge vor, ſo wird ſie um ſo weniger von der andern nehmen.

Im Zuſtande der Cultur, wo von außen her auf die Hervorbringung und Erzeugung einzelner Beſtandtheile und beſonderer Organe eingewirkt wird, werden dieſe Verhältniſſe minder beſtändig ſich zeigen.

Wenn wir die Erde, in welcher eine weißblühende Hyacinthe ſteht, mit dem Safte von Phytolacca decandra begießen, ſo ſehen wir nach einer oder zwei Stunden die weißen Blüthen eine rothe Farbe annehmen; ſie färben ſich vor unſeren Augen, aber im Sonnenlichte verſchwindet in zwei bis drei Tagen die Farbe wieder, ſie werden weiß und farblos, wie ſie im Anfange waren*). Offenbar iſt hier der Saft ohne die geringſte Aenderung in ſeiner chemiſchen Beſchaffenheit in alle Theile der Pflanze übergegangen, ohne durch ſeine Gegenwart der Pflanze zu ſchaden, ohne daß man behaupten kann, er ſei für die Exiſtenz der Pflanze nothwendig geweſen. Aber dieſer Zuſtand war nicht dauernd, und wenn die Blüthe wieder farblos geworden iſt,

*) Siehe Biot in den Comptes rendus des Séances de l'académie des Sciences à Paris, 1r Sémestre 1837, p. 12.

so wird keiner der Bestandtheile des rothen Farbestoffs mehr vorhanden sein; nur in dem Falle, daß einer davon den Zwecken ihres Lebens dienen könnte, wird sie diesen allein zurückbehalten, die übrigen werden durch die Wurzel in veränderter Form abgeschieden werden.

Ganz derselbe Fall muß eintreten, wenn wir eine Pflanze mit Auflösungen von Chlorkalium, Salpeter oder salpetersaurem Strontian begießen; sie werden wie der erwähnte Pflanzensaft in die Pflanze übergehen, und wenn wir sie zu dieser Zeit verbrennen, so werden wir die Basen in der Asche finden, ihre Gegenwart ist rein zufällig, es kann hieraus kein Schluß gegen die Nothwendigkeit des Vorhandenseins der anderen Basen gezogen werden. Wir wissen aus den schönen Versuchen von Macaire-Princep, daß Pflanzen, die man mit ihren Wurzeln in schwachen Auflösungen von essigsaurem Bleioxyd und sodann in Regenwasser vegetiren ließ, daß das letztere von denselben essigsaures Bleioxyd wieder empfing, daß sie also dasjenige wieder dem Boden zurückgeben, was zu ihrer Existenz nicht nothwendig ist.

Begießen wir eine Pflanze, die im Freien dem Sonnenlichte, dem Regen und der Atmosphäre ausgesetzt ist, mit einer Auflösung von salpetersaurem Strontian, so wird das anfangs aufgenommene, aber durch die Wurzeln wieder abgeführte Salz bei jeder Benetzung des Bodens durch den Regen von den Wurzeln weiter entfernt; nach einiger Zeit wird sie keine Spur mehr davon enthalten (Daubeny).

Fassen wir nun den Zustand der beiden Tannen in's Auge, deren Asche von einem der schärfsten und genauesten Analytiker untersucht worden ist. Die eine wächst in Norwegen auf einem Boden, dessen Bestandtheile sich nie ändern, dem aber durch Regenwasser lösliche Salze und dar-

unter Kochsalz in überwiegender Menge zugeführt werden; woher kommt es nun, kann man fragen, daß ihre Asche keine entdeckbare Spur Kochsalz enthält, während wir gewiß sind, daß ihre Wurzeln nach jedem Regen Kochsalz aufgenommen haben?

Wir erklären uns die Abwesenheit des Kochsalzes durch directe und positive Beobachtungen, die man an anderen Pflanzen gemacht hat, indem wir sie der Fähigkeit ihres Organismus zuschreiben, Alles dem Boden wieder zurückzugeben, was nicht zu seinem Bestehen gehört.

Diese Thatsache ihrem wahren Werthe nach anerkannt, müssen die alkalischen Basen, die wir in den Aschen finden, zum Bestehen der Pflanze unentbehrlich sein; denn wären sie es nicht, so wären sie nicht da.

Von diesem Gesichtspunkte aufgefaßt, ist die völlige Entwickelung einer Pflanze abhängig von der Gegenwart von Alkalien oder alkalischen Erden. Mit ihrer gänzlichen Abwesenheit muß ihrer Ausbildung eine bestimmte Grenze gesetzt sein; beim Mangel an diesen Basen wird ihre Ausbildung gehemmt sein.

Vergleichen wir, um zu bestimmten Anwendungen zu kommen, zwei Holzarten mit einander, welche ungleiche Mengen alkalischer Basen enthalten, so ergiebt sich von selbst, daß die eine auf manchen Bodenarten kräftig sich entwickeln kann, auf welchen die andere nur kümmerlich vegetirt. 10,000 Theile Eichenholz geben 250 Theile Asche, 10,000 Theile Tannenholz nur 83, dieselbe Quantität Lindenholz giebt 500, Weizenstroh 440, und Kartoffelkraut 1500 Theile *).

*) Berthier in den Ann. de chimie et de physique, T. XXXII. 248.

Auf Granit, auf kahlem Sandboden und Haiden wird die Tanne und Fichte noch hinreichende Mengen alkaliſcher Baſen finden, auf welchen Eichen nicht fortkommen, und Weizen wird auf einem Boden, wo Linden gedeihen, diejenigen Baſen in hinreichender Menge vorfinden, die er zu ſeiner völligen Entwickelung bedarf.

Dieſe für die Forſt- und Feldwirthſchaft im hohen Grade wichtigen Folgen laſſen ſich mit den evidenteſten Thatſachen beweiſen.

Alle Grasarten und Equiſetaceen z. B. enthalten eine große Menge Kieſelſäure und Kali, abgelagert in dem äußern Saume der Blätter und in dem Halme als ſaures kieſelſaures Kali; auf einem Getreidefelde ändert ſich der Gehalt an dieſem Salze nicht merklich, wenn es ihm in der Form von Dünger, als verweſ'tes Stroh, wieder zugeführt wird.

Ganz anders ſtellt ſich dieſes Verhältniß auf einer Wieſe; nie findet ſich auf einem kaliarmen Sand- oder reinen Kalkboden ein üppiger Graswuchs*); denn es fehlt ihm ein für die Pflanze durchaus unentbehrlicher Beſtandtheil. Baſalte, Grauwacke, Porphyr geben unter gleichem Verhältniſſe den beſten Boden zu Wieſen ab, eben weil ſie reich an Alkalien ſind. Das hinweggenommene Kali erſetzt ſich wieder bei dem jährlichen Wäſſern; der Boden ſelbſt iſt verhältnißmäßig für den Bedarf der Pflanze ſehr reich, wiewohl nicht unerſchöpflich an dieſen Körpern.

In der Lüneburger Haide gewinnt man dem Boden

*) Es wäre von Wichtigkeit, die Aſche von Strandgewächſen, welche in den muldenförmigen feuchten Vertiefungen der Dünen wachſen, namentlich die der Sandgräſer, auf einen Alkaligehalt zu prüfen (Hartig). Wenn das Kali darin fehlt, ſo iſt es ſicher durch Natron wie bei den Salſolaarten, oder durch Kalk wie bei den Plumbagineen erſetzt.

von je dreißig zu dreißig oder vierzig Jahren eine Ernte an Getreide ab, indem man die darauf wachsenden Haiden (Erica vulgaris) verbrennt und ihre Asche in dem Boden vertheilt. Die Pflanze sammelte das in dieser langen Zeit in dem Boden aufgeschlossene oder durch den Regen zugeführte Kali oder Natron; beide sind es, welche in der Asche dem Hafer, der Gerste oder dem Roggen, die sie nicht entbehren können, die Entwickelung gestatteten.

In der Nähe von Heidelberg haben die Holzschläger die Vergünstigung, nach dem Schlagen von Lohholz den Boden zu ihrem Nutzen bebauen zu dürfen. Dem Einsäen des Landes geht unter allen Umständen das Verbrennen der Zweige, Wurzeln und Blätter voran, deren Asche dem darauf gepflanzten Getreide zu Gute kommt. Der Boden selbst, auf welchem die Eichen wachsen, ist in dieser Gegend Sandstein, und wenn auch der Baum hinreichende Mengen von Alkalien und alkalischen Erden für sein eigenes Bestehen in dem Boden vorfindet, so ist er dennoch unfruchtbar für Getreide in seinem gewöhnlichen Zustande.

Man hat in Bingen den entschiedensten Erfolg in Beziehung auf Entwickelung und Fruchtbarkeit des Weinstocks bei Anwendung des an Stickstoff reichsten Düngers von Hornspänen z. B. gesehen, aber der Ertrag, die Holz- und Blattbildung nahm nach einigen Jahren zum großen Nachtheile des Besitzers in einem so hohen Grade ab, daß er stets zu bereuen Ursache hatte, von der dort gebräuchlichen und als der am besten anerkannten Düngungsmethode abgegangen zu sein. Der Weinstock wurde bei seiner Art zu düngen in seiner Entwickelung übertrieben, in zwei oder drei Jahren wurde alles Kali, was den künftigen Ertrag gesichert hatte, zur Bildung der Frucht, der Blätter, des Holzes verwendet, die ohne

Ersatz den Weinbergen genommen wurden, denn der gegebene Dünger enthielt kein Kali.

Man hat am Rheine Weinberge, deren Stöcke über ein Jahrhundert alt sind, und dieses Alter erreichen sie nur bei Anwendung des alkalireichsten Kuhdüngers. Alles Alkali, was die Nahrung der Kuh enthält, geht, wie man weiß, in die flüssigen Excremente über.

Die Blätter und kleinen Zweige der Bäume enthalten die meiste Asche und das meiste Alkali; was durch sie bei dem Laub- und Streusammeln den Wäldern genommen wird, ist bei weitem mehr, als was das Holz enthält, welches jährlich geschlagen wird. Die Eichenrinde, das Eichenlaub enthält z. B. 6 p. c. bis 9 p. c., die Tannen- und Fichtennadeln über 8 p. c.

Mit 2650 Pfd. Tannenholz, die wir einem Morgen Wald jährlich nehmen, wird im Ganzen dem Boden, bei 0,83 p. c. Asche, nur 7 bis 8 Pfd. an Alkalien entzogen, aber die Blätter (Nadeln), welche den Boden bedecken, deren Asche, verglichen mit dem Holze, reich an Alkali ist, halten das Kali an der Oberfläche des so leicht von dem Wasser durchdringbaren Sandbodens zurück und bieten in ihrer Verwesung den aufgespeicherten Vorrath den Wurzeln dar.

Die Asche der Tabakspflanze, des Holzes der Weinrebe, der Erbsen und des Klees enthält eine große Menge Kalk. Diese Pflanzen gedeihen nicht auf einem Boden, worin der Kalk fehlt, ihre Entwickelung wird befördert, wenn dem an Kalk armen Boden Kalksalze zugesetzt werden, und wir haben allen Grund zu glauben, daß ihre üppige Entwickelung wesentlich an die Gegenwart des Kalkes gebunden ist. Dasselbe muß angenommen werden für die Magnesia, die in

vielen Pflanzen (Kartoffeln, Runkelrüben ꝛc.) als nie fehlender Bestandtheil vorkommt.

Von einer Erzeugung von Alkalien, Metalloxyden und anorganischen Stoffen überhaupt kann nach diesen so wohl bekannten Thatsachen keine Rede sein.

Man findet es bewundernswürdig, daß die Grasarten, deren Samen zur Nahrung dienen, dem Menschen wie ein Hausthier folgen. Sie folgen dem Menschen, durch ähnliche Ursachen gezwungen, wie die Salzpflanzen dem Meeresstrande und Salinen, die Chenopodien den Schutthaufen ꝛc.; so wie die Mistkäfer auf die Excremente der Thiere angewiesen sind, so bedürfen die Salzpflanzen des Kochsalzes, die Schuttpflanzen des Ammoniaks und salpetersaurer Salze. Keine von unseren Getreide- und Gemüsepflanzen kann aber ausgebildete Samen tragen, Samen, welche Mehl geben, ohne eine reichliche Menge von phosphorsauren Alkalien und phosphorsaurer Bittererde, ohne Ammoniak zu ihrer Ausbildung vorzufinden. Diese Samen entwickeln sich nur in einem Boden, wo diese drei Bestandtheile sich vereinigt befinden, und kein Boden ist reicher daran als Orte, wo Menschen und Thiere familienartig zusammenwohnen; sie folgen dem Urin, den Excrementen derselben, weil sie ohne deren Bestandtheile nicht zum Samentragen kommen.

Wenn wir Salzpflanzen mehrere hundert Meilen von dem Strande des Meeres entfernt in der Nähe unserer Salinen finden, so wissen wir, daß sie auf dem natürlichsten Wege dahin gelangen; Samen von Pflanzen werden durch Winde und Vögel über die ganze Oberfläche der Erde verbreitet, aber sie entwickeln sich nur da, wo sich die Bedingungen ihres Lebens vorfinden.

In den Soolenkasten der Gradirgebäude auf der Saline

Salzhausen bei Nidda finden sich zahlreiche Schaaren kleiner nicht über zwei Zoll langer Stachelfische (Gasterosteus aculeatus). In den Soolenkasten der 6 Stunden davon entfernten Saline Nauheim trifft man kein lebendes Wesen an, aber die letztere ist überreich an Kohlensäure und Kalk, ihre Gradirwände sind bedeckt mit Stalaktiten, in dem einen Wasser sind die in irgend einer Weise hingebrachten Eier zur Entwickelung gekommen, in dem andern nicht.

Wieviel wunderbarer und unerklärlicher erscheint die Eigenschaft feuerbeständiger Körper, unter gewissen Bedingungen sich zu verflüchtigen, bei gewöhnlicher Temperatur in einen Zustand überzugehen, von dem wir nicht zu sagen vermögen, ob sie zu Gas geworden oder durch ein Gas in Auflösung übergegangen sind. Der Wasserdampf, die Vergasung überhaupt ist bei diesen Körpern die sonderbarste Ursache der Verflüchtigung; ein in Gas übergehender, ein verdampfender flüssiger Körper ertheilt allen Materien, welche darin gelöst sind, in höherm oder geringerm Grade die Fähigkeit, den nämlichen Zustand anzunehmen, eine Eigenschaft, die sie für sich nicht besitzen.

Die Borsäure gehört zu den feuerbeständigsten Materien; auch in der stärksten Weißglühhitze erleidet sie keine durch die feinsten Wagen bemerkbare Gewichtsveränderung, sie ist nicht flüchtig, aber ihre Auflösungen im Wasser können auch bei der gelindesten Erwärmung nicht verdampft werden, ohne daß den Wasserdämpfen nicht eine bemerkbare Menge Borsäure folgt. Diese Eigenschaft ist der Grund, warum wir bei allen Analysen Borsäure-haltiger Mineralien, wo Flüssigkeiten, welche Borsäure enthalten, verdampft werden müssen, einen Verlust erleiden; die Quantität Borsäure, welche einem Cubikfuß siedend heißen Wasserdampfes

folgt, ist durch die feinsten Reagentien nicht entdeckbar, und dennoch, so außerordentlich klein sie auch erscheinen mag, stammen die vielen tausend Centner Borsäure, welche von Italien aus in den Handel gebracht werden, von der ununterbrochenen Anhäufung dieser, dem Anschein nach, verschwindenden Menge her. Man läßt in den Lagunen von Castel nuovo, Cherchiago ꝛc. die aus dem Innern der Erde strömenden siedendheißen Dämpfe durch Wasser streichen, was nach und nach daran immer reicher wird, so daß man zuletzt durch Verdunsten krystallisirbare Borsäure daraus erhält. Der Temperatur dieser Wasserdämpfe nach kommen sie aus Tiefen, wo menschliche Wesen, wo Thiere nie gelebt haben können; wie bemerkenswerth und bedeutungsvoll erscheint in dieser Beziehung der nie fehlende Ammoniakgehalt dieser Dämpfe. In den großen Fabriken zu Liverpool, wo die natürliche Borsäure zu Borax verarbeitet wird, gewinnt man daraus als Nebenproduct viele hundert Pfunde schwefelsaures Ammoniak.

Das Ammoniak stammt nicht von thierischen Organismen; es war vorhanden vor allen lebendigen Generationen, es ist ein Theil, ein Bestandtheil des Erdkörpers.

Die von der Direction des poudres et salpêtres unter Lavoisier angestellten Versuche haben bewiesen, daß bei dem Verdampfen von Salpeterlaugen die darin gelöst'en Salze sich mit dem Wasser verflüchtigen und einen Verlust herbeiführen, über den man sich vorher keine Rechenschaft geben konnte. Eben so bekannt ist, daß bei Stürmen von dem Meere nach dem Binnenlande hin, in der Richtung des Sturmes, sich die Blätter der Pflanzen mit Salzkrystallen selbst auf 20—30 engl. Meilen hin bedecken, aber es bedarf

der Stürme nicht, um diese Salze zum Verflüchtigen zu bringen, die über dem Meere schwebende Luft trübt jederzeit die salpetersaure Silberlösung, jeder, auch der schwächste Luftzug entführt mit den Milliarden Centnern Seewasser, welche jährlich verdampfen, eine entsprechende Menge der darin gelöst'ten Salze und führt Kochsalz, Chlorkalium, Bittererde und die übrigen Bestandtheile dem festen Lande zu.

Diese Verflüchtigung ist die Quelle eines beträchtlichen Verlustes in der Salzgewinnung aus schwachen Soolen. Auf der Saline Nauheim ist diese Erscheinung durch den dortigen Director, Herrn Wilhelmi, einen sehr unterrichteten und kenntnißreichen Mann, zur Evidenz nachgewiesen worden; eine Glasplatte auf einer hohen Stange zwischen zwei Gradirgebäuden befestigt, die von einander etwa 1200 Schritte entfernt standen, fand sich des Morgens nach dem Auftrocknen des Thaues auf der einen oder andern Seite nach der Richtung des Windes stets mit Salzkrystallen bedeckt.

Das in steter Verdampfung begriffene Meer*) verbreitet

---

*) Das Seewasser enthält nach Marcet in 1000 Theilen:

26,660	Kochsalz,
4,660	schwefelsaures Natron,
1,232	Chlorkalium,
5,152	Chlormagnesium,
1,5	schwefelsauren Kalk.
39,204.	

Das Nordseewasser enthält nach Clemm in 1000 Theilen:

24,84	Kochsalz,
2,42	Chlormagnesium,
2,06	schwefelsaure Magnesia,
1,31	Chlorkalium,
1,20	Gyps,

sowie unbestimmbare Mengen kohlensauren Kalk, Bittererde, Eisen, Mangan, phosphorsauren Kalk, Jod und Brommetalle, organische Substanzen, Ammoniak und Kohlensäure.

über die ganze Oberfläche der Erde hin, in dem Regenwasser, alle zum Bestehen einer Vegetation unentbehrlichen Salze, wir finden sie selbst da in ihrer Asche wieder, wo der Boden keine dieser Bestandtheile liefern konnte.

In der Betrachtung umfassender Naturerscheinungen haben wir keinen Maßstab mehr für das, was wir gewohnt sind, klein oder groß zu nennen; alle unsere Begriffe beziehen sich auf unsere Umgebungen, aber wie verschwindend sind diese gegen die Masse des Erdkörpers; was in einem begrenzten Raume kaum bemerkbar ist, erscheint in einem unbegrenzten unfaßbar groß. Die Luft enthält nur ein Tausendtheil ihres Gewichts an Kohlensäure; so klein dieser Gehalt auch scheint, so ist er doch mehr als hinreichend, um Jahrtausende hinaus die lebenden Generationen mit Kohlenstoff zu versehen, selbst wenn er derselben nicht ersetzt werden würde. Das Seewasser enthält $^1/_{12400}$ seines Gewichts an kohlensaurem Kalk, und diese in einem Pfunde kaum bestimmbare Menge ist die Quelle, welche Myriaden von Schaalthieren, Korallen ꝛc. mit dem Material zu ihrem Gehäuse versieht.

Während die Luft nur 4 bis 6 Zehntausendtheile ihres Volumens an Kohlensäure enthält, beträgt der Kohlensäuregehalt des Meerwassers über hundertmal mehr (10,000 Volumen Meerwasser enthalten 620 Vol. Kohlensäure, Laurent, Bouillon-Lagrange), und in diesem Medium, worin eine ganze Welt von anderen Pflanzen und Thieren lebt, finden sich die nämlichen Bedingungen ihres Lebens vereinigt, welche das Bestehen lebender Wesen auf der Oberfläche des festen Landes möglich machen *).

*) Wird der trockene Salzrückstand von der Verdampfung von Meerwasser in einer Retorte bis zum Glühen erhitzt, so erhält man ein Sublimat von salzsaurem Ammoniak (Marcet).

Die Wurzeln der Pflanzen sind die ewig thätigen Sammler der Alkalien, der Bestandtheile des Seewassers, die der Regen zuführt, des Quellwassers, was den Boden durchdringt; ohne Alkalien und alkalische Basen würden die meisten Pflanzen nicht bestehen, ohne die Pflanzen würden die Alkalien allmälig von der Oberfläche der Erde verschwinden.

Wenn man erwägt, daß das Meerwasser weniger als ein Milliontheil seines Gewichts an Jod enthält, daß alle Verbindungen des Jods mit Alkalimetallen in hohem Grade löslich im Wasser sind, so muß man nothwendig in dem Organismus der Seetangen, der Fucusarten eine Ursache voraussetzen, welche diese Pflanzen bestimmt, während ihres Lebens das Jod in der Form eines löslichen Salzes dem Meerwasser zu entziehen und in der Weise zu assimiliren, daß es in das umgebende Medium nicht wieder zurückkehren kann; diese Pflanzen sind für das Jod ähnliche Sammler, wie die Landpflanzen für die Alkalien, sie sind es, welche uns Quantitäten von Jod liefern, deren Gewinnung aus dem Seewasser die Verdampfung ganzer Seen vorausgehen müßte.

Wir setzen voraus, daß die Seepflanzen Jodmetalle zu ihrer Entwickelung bedürfen, und daß ihr Bestehen an deren Vorhandensein geknüpft ist. Mit demselben Rechte schließen wir von der nie fehlenden Gegenwart der Alkalien und alkalischen Erden in der Asche der Landpflanzen auf ihre Nothwendigkeit für die Entwickelung dieser Pflanzen während ihres Lebens.

Der Ursprung der Ackererde.

Die härtesten Stein- und Gebirgsarten verlieren nach und nach durch den Einfluß gewisser Thätigkeiten ihren Zusammenhang, es sind die Trümmer und Ueberreste der Gebirge, welche diese Veränderung erlitten haben, aus denen die Ackererde besteht.

Die Aufhebung des Zusammenhangs der Fels- und Gebirgsarten wird bedingt theils durch mechanische, theils durch chemische Ursachen. Ueberall, wo die Gebirge das ganze Jahr oder einen Theil des Jahres mit Schnee bedeckt sind, beobachtet man, daß auch die härtesten Felsen in kleine Trümmer zerklüften*), welche durch die Bewegung der Gletscher abgerundet oder in Staub zermalmt werden. Die Bäche und Ströme, welche aus diesen Gletschern entspringen, sind durch die beigemischten Gebirgstheile unklar und trübe, den Thälern und Ebenen zugeführt setzen sie sich als fruchtbare Erde daraus ab.

»So oft ich Lagern von Erde, Sand und Geschiebe von vielen Tausend Fuß Mächtigkeit begegnete, bin ich immer geneigt gewesen auszurufen, daß mechanische Ursachen, wie die gegenwärtigen Ströme und Bäche, nicht im Stande sein

*) Ich beobachtete häufig, sowohl in den Anden, als in Feuerland (Tierra del fuego), daß überall, wo der Felsen den größten Theil des Jahres hindurch mit Schnee bedeckt war, daß er in einer ganz außerordentlichen Weise in kleine spitzige Fragmente zertrümmert war. Scoresby hat die nämliche Erscheinung auf Spitzbergen beobachtet, er sagt, der unveränderlich zerbröckelte Zustand der Felsen scheint eine Wirkung des Frostes zu sein. (Darvin, S. 388.)

konnten, solche ungeheure Massen in Staub zu verwandeln. Wenn ich aber auf der andern Seite das rasselnde Getöse dieser fallenden Gewässer in's Auge faßte, wenn ich daran dachte, daß ganze Thiergeschlechter von der Erde verschwunden sind, während welcher Periode Tag und Nacht unausgesetzt die nämlichen Ursachen der Zerstörung und Vernichtung thätig waren, so kam es mir wieder unbegreiflich vor, wie ein Gebirge zuletzt ihren Wirkungen zu widerstehen vermochte« (Darvin, S. 386).

Zu diesen mechanischen Ursachen der Aufhebung des Zusammenhangs der Gebirgsarten fügen sich die chemischen Actionen hinzu, welche der Sauerstoff, die Kohlensäure der Luft, sowie das Wasser auf die Bestandtheile derselben ausüben.

Die letzteren sind die eigentlichen Ursachen der Verwitterung, ihre Thätigkeit ist nicht begrenzt durch die Zeit, sie äußert sich in jeder Zeitsekunde und muß selbst dann noch als vorhanden angesehen werden, wenn der hervorgebrachte Effect während der Dauer eines Menschenlebens nicht wahrnehmbar ist.

Es dauert Jahre lang, ehe ein dem Einflusse der Witterung ausgesetztes Stück polirten Granits seinen Glanz verliert, allein in einer unendlich langen Zeit zerfällt das große Stück durch die auf seine Bestandtheile wirkenden chemischen Thätigkeiten in immer kleinere Trümmer.

Die Wirkung des Wassers ist stets begleitet von der des Sauerstoffs und der Kohlensäure, sie lassen sich kaum getrennt von einander in Betrachtung ziehen.

Eine Menge Felsarten, wie Basalt, Thonschiefer, enthalten in chemischer Verbindung Eisenoxydul, was die Fähigkeit besitzt, Sauerstoff aufzunehmen und in Oxyd

überzugehen. Wir erkennen diese Eigenschaft in unseren an Eisenoxyden reichen Ackererden. Von der Oberfläche abwärts bis zu einer gewissen Tiefe ist ihre Farbe roth oder rothbraun, sie enthält Eisenoxyd, der Untergrund ist schwarz oder schwarzbraun, er enthält Eisenoxydul. Bei tiefem Pflügen wird der Untergrund zur Oberfläche, und es tritt nun der Fall ein, daß der früher fruchtbare Boden für eine gewisse Reihenfolge von Jahren seine Fruchtbarkeit verliert. Dieser Zustand dauert so lange, bis die Oberfläche wieder roth geworden, bis nämlich alles Eisenoxydul in Oxyd übergegangen ist.

Aehnlich nun, wie ein krystallisirtes Eisenoxydulsalz durch Aufnahme von Sauerstoff seinen Zusammenhang verliert und in Pulver zerfällt, verhält es sich mit den meisten Gebirgsarten, deren Bestandtheile eine Verbindung mit dem Sauerstoffe einzugehen vermögen. In Folge der Entstehung neuer Zusammensetzungen wird der Zusammenhang der ursprünglichen aufgehoben. Enthält die Gebirgsart eingemengte Schwefelmetalle, wie z. B. Schwefelkies und Magnetkies, welche so häufig sich in den Graniten finden, so verwandeln sich diese nach und nach in schwefelsaure Salze.

Die meisten Gebirgsarten, der Feldspath, der Basalt, der Thonschiefer, Porphyr, zahlreiche Glieder der Kalkformation sind Gemenge von Silicaten; sie bestehen aus mannigfaltigen Verbindungen von Kieselerde mit Thonerde, Kalk, Kali, Natron, Eisen und Manganoxydul.

Um eine klare Vorstellung über den Einfluß des Wassers und der Kohlensäure auf die Gebirgsarten zu erlangen, ist es nothwendig, sich an die Eigenschaften der Kieselerde und ihrer Verbindungen mit alkalischen Basen zu erinnern.

Der Quarz oder Bergkrystall stellt Kieselerde in hohem

Grade der Reinheit dar; in diesem Zustande ist sie nicht löslich, weder im kalten noch warmen Wasser, völlig geschmacklos, ohne alle Reaction auf Pflanzenfarben; ihre Haupteigenschaft besteht nun darin, daß sie mit Alkalien und allen basischen Metalloxyden salzartige Verbindungen eingeht, die man Silicate nennt. Das Fenster- und Spiegelglas ist ein Gemenge von kieselsauren Salzen mit alkalischen Basen, Kali-Natron und Kalk, und die gewöhnlichsten Beobachtungen zeigen, daß in den meisten Sorten dieser Gläser das Alkali völlig neutralisirt ist. Das Vermögen, sich mit Metalloxyden zu verbinden und die Alkalien völlig zu neutralisiren, besitzen nur die Säuren, woher es denn kommt, daß die Kieselerde den Namen Kieselsäure erhalten hat.

Die Kieselsäure ist eine der schwächsten Säuren, die man kennt; es ist schon erwähnt worden, daß ihr der saure Geschmack der anderen Säuren, sowie die Löslichkeit im Wasser im krystallisirten Zustande völlig abgeht.

Von alkalischen Laugen hingegen wird die Kieselerde in sehr feingepulvertem Zustande bei anhaltendem Kochen aufgelöst.

Verbindungen mit Kali und Natron werden am leichtesten auf trockenem Wege durch Schmelzen von reinem oder kohlensaurem Alkali mit Sand hervorgebracht; es entstehen auf diese Weise Gläser, die je nach der Menge des darin enthaltenen löslichen Bestandtheils verschiedene Eigenschaften zeigen. Bei einem Verhältnisse von 70 Kieselerde auf 30 Kali oder Natron erhält man ein Glas, was in kochendem Wasser löslich ist und auf Holz oder Eisen gestrichen zu einem glasartigen Ueberzug eintrocknet, daher der Name Wasserglas. Bei weniger Alkali, d. h. bei einem größeren Verhältnisse von Kieselerde vermindert sich mehr oder weniger seine Auflöslichkeit im Wasser.

Die im Wasser löslichen Silicate werden durch alle Säuren zerlegt. Enthält die Auflösung des Silicats mehr als $\frac{1}{30}$ von dem Gewichte des Wassers an Kieselerde, so entsteht durch Zusatz einer Säure ein durchscheinender Niederschlag, der ganz das Ansehen von Gallerte besitzt. Dieser Niederschlag ist eine Verbindung von Kieselerde mit Wasser, Kieselerdehydrat. Enthält die Auflösung weniger Kieselerde, so bleibt sie beim Zusatze von Säure völlig klar.

Dieses Klarbleiben setzt voraus, daß die Kieselerde in dem Zustande, in welchem sie von der Säure aus ihrer Verbindung mit dem Alkali getrennt wird, einen gewissen Grad von Löslichkeit in reinem Wasser besitzt.

Wenn man in der That den Niederschlag von Kieselerde in dem gallertartigen Zustande mit Wasser auswäscht, so nimmt er an Volumen ab; durch Verdampfen des Wassers läßt sich die darin aufgelöst'te Kieselerde mit Leichtigkeit nachweisen.

Man bemerkt leicht, daß die Kieselsäure einen doppelten chemischen Charakter besitzt. Aus einem Silicate in irgend einer Weise abgeschieden, hat sie ganz andere Eigenschaften, als in der Form von Sand, Quarz und Bergkrystall. Ist bei ihrer Trennung von einer Base, bei ihrer Abscheidung aus einer Auflösung, Wasser genug zugegen, um sie aufgelöst zu halten, so scheidet sich nichts ab; in gewissen Zuständen ist sie löslicher im Wasser als Gyps.

Diese so große Löslichkeit im Wasser verliert die gallertartige Kieselerde völlig durch bloßes Trockenwerden. Bis zu einem gewissen Grade concentrirt, gesteht ihre Auflösung in Säuren nach dem Erkalten zu einer wasserklaren zusammenhängenden Gallerte. Man kann das Gefäß umwenden, ohne daß ein Tropfen ausfließt.

Bei weiterem Eintrocknen trennt sich mit dem Lösungsmittel das Wasser, was die Kieselerde in den aufgequollenen gallertartigen Zustand versetzt. Die Affinität zwischen beiden ist so schwach, daß diese Trennung schon bei gewöhnlicher Lufttemperatur vor sich geht.

Einmal von ihrem Hydratwasser befreit, ist die Kieselerde im Wasser nicht mehr löslich, ohne deshalb in ihren Eigenschaften der krystallisirten Kieselerde (Sand, Quarz ꝛc.) völlig gleich zu sein; sie behält nämlich das Vermögen, sich in Alkalien, und zwar nicht bloß in ätzenden, sondern auch in kohlensauren Alkalien bei gewöhnlicher Temperatur zu lösen, dies geschieht sogar dann noch, wenn sie vorher zum Glühen erhitzt worden ist.

Es giebt, wie man sieht, kaum eine Mineralsubstanz, welche in Hinsicht auf merkwürdige Eigenschaften verglichen werden kann mit der Kieselerde.

Die meisten der im kalten Wasser unlöslichen Silicate, welche alkalische Basen enthalten, werden durch anhaltende Berührung mit heißem Wasser, besonders leicht, wenn das Wasser eine Säure enthält, zerlegt. Noch in der Mitte des vorigen Jahrhunderts, wo diese Eigenschaft der Silicate unbekannt war, gab sie zu der Meinung Veranlassung, daß das Wasser sich in Erde verwandeln ließe.

Alles in Glasgefäßen destillirte Wasser hinterläßt nämlich nach dem Verdampfen eine gewisse Quantität erdiger Substanz; selbst nach zehn- und mehrmaligen Destillationen bleibt ein erdiger Rückstand. Lavoisier zeigte, daß ein Theil des Glases und Porzellans von dem Wasser, was man darin zum Sieden bringt, aufgelöst wird, daß das Gefäß am Gewichte genau um so viel abnimmt, als

das verdampfte Wasser an erdigem Rückstande hinterläßt. In reinen Metallgefäßen destillirt, bleibt diese Erscheinung aus.

Wir sehen die Wirkung, welche das Wasser auf die in dem Glase enthaltenen Silicate ausübt, an dem Blindwerden der Gläser auf Mistbeeten z. B., welche der Witterung am meisten ausgesetzt sind. Wir sehen diese Zersetzung der Gläser gesteigert und vermehrt durch die Mitwirkung der Kohlensäure in Ställen, wo durch den Athmungsproceß von Thieren und den Fäulnißproceß von thierischen Materien die Luft reich ist an Kohlensäure.

Die Kieselsäure ist die schwächste unter allen Säuren, die löslichen Silicate werden schon durch Kohlensäure vollkommen zersetzt.

Eine Auflösung von Wasserglas erstarrt, wenn sie mit Kohlensäure gesättigt wird, zu einer Gallerte; wir müssen annehmen, daß diese Zersetzung auch in ganz verdünnten Auflösungen vor sich geht, wo wir keine Abscheidung von Kieselerde wahrnehmen, in diesem Falle bleibt die Kieselerde in dem Wasser gelöst.

Die Zersetzbarkeit der Silicate durch die Einwirkung des Wassers und der Säuren geht um so rascher und leichter von Statten, je mehr Alkali sie enthalten.

Die anorganische Natur bietet zahlreiche Beispiele eines unausgesetzt vorgehenden Zersetzungsprocesses, der in den Gebirgsarten enthaltenen Silicate, durch den Einfluß des Wassers und der Kohlensäure dar.

Nach den darüber angestellten Untersuchungen ist es keinem Zweifel unterworfen, daß die großen Lager von Porzellanthon (Kaolin) durch die zerlegende Wirkung des Wassers auf Kali und Natronsilicate, gewisse Feldspathe oder Feldspath führende Gesteine entstanden sind. Man kann

den Feldspath*) sich denken als eine Verbindung eines Thonerdesilicats mit einem Alkalisilicate, welches letztere im Wasser löslich und, nach und nach hinweggenommen, den feuerfesten Porzellanthon hinterläßt.

Forchhammer hat gezeigt, daß der Feldspath**) durch Wasser von 150° und unter einem dieser Temperatur entsprechenden Drucke zerlegt wird. Das Wasser nimmt eine starke alkalische Reaction an und enthält aufgelöst Kieselerde. Die Geiser auf Island sind Quellen von siedendheißem Wasser***), welche aus einer großen Tiefe kommen und demzufolge einem hohen Drucke ausgesetzt sind. Forchhammer hat durch die Analyse bewiesen, daß wir in diesem Wasser die löslichen Bestandtheile der Natronfeldspathe und Magnesiasilicate haben, die in Trappgebirgen vorwalten; es kann keinem Zweifel unterliegen, daß im Grunde des Geisers eine

---

*) Zusammensetzung der Feldspathe:

	Feldspath	Albit	Labrador	Anorthit.
Kieselerde	65,9	69,8	55,8	44,5
Thonerde	17,8	18,8	26,5	34,5
Kali	16,3			
Natron		11,4	4,0	
Bittererde				5,2
Kalk			11,0	15,7
Eisenoxydul			1,3	0,7

**) Die chemische Formel des Feldspaths ist: $Al_2O_3, 3SiO_3 + KO, SiO_3$. — Diese Formel dreimal genommen läßt sich zerlegen in Porzellanthon $= 3Al_2O_3, 4SiO_3$, und in lösliches kieselsaures Kali $= 3KO\,8SiO_3$.

***) Der trockene Rückstand von 28 Unzen Geiserwasser besteht aus:

Gyps	0,453
Schwefels. Natron / Magnesia	0,827
Kochsalz	2,264
Natron	1,767
Kieselerde	5,506

Verwandlung von krystallinischen Feldspathen in Thon unausgesetzt und in einem sehr großen Maßstabe stattfindet.

Das Wasser wirkt bei gewöhnlicher Temperatur, wenn es, wie alles atmosphärische und Quellwasser, Kohlensäure enthält, ganz ähnlich wie bei hoher Temperatur und einem hohen Drucke.

Polstorf und Wiegmann nahmen weißen Sand, kochten ihn mit Königswasser aus und setzten ihn nach dem vollständigen Entfernen der Säure durch Auswaschen der Wirkung von Wasser, was mit Kohlensäure gesättigt war, während 30 Tagen aus.

Die Analyse dieses Wassers zeigte, daß die in dem Sande nie fehlenden Silicate, welche der kurzdauernden Einwirkung des Königswassers widerstanden hatten, in längerer Zeit eine Zersetzung durch das kohlensäurehaltige Wasser erfuhren. Das Wasser enthielt kiesel- und kohlensaures Kali, sowie Kalk und Talkerde aufgelöst.

Von den in der Natur vorkommenden Silicaten mit alkalischer Basis giebt es eine gewisse Klasse, welche im krystallisirten Zustande Wasser in chemischer Verbindung enthalten, hierher gehören die Zeolithe, Analcim, Mesotyp, Sodalith, Apophyllith ꝛc., die eigentlichen Feldspathe sind immer wasserfrei.

Durch ihr Verhalten gegen Säuren unterscheiden sich diese Silicate sehr wesentlich von einander.

Wird ein dem Mesotyp in seiner Zusammensetzung ähnliches Mineral in feingepulvertem Zustande mit Salzsäure in der Kälte stehen gelassen, so schwillt es zu einer dicken Gallerte auf, welche die Säure gestehen macht. Das Mineral, wie man sagt, wird bei gewöhnlicher Temperatur aufgeschlossen, die in der Säure löslichen Bestandtheile werden

davon aufgenommen, die Kieselerde bleibt als Hydrat zum großen Theile in der Säure ungelöst.

Unter den Feldspathen zeigt der Kalkfeldspath (Labrador) ein ähnliches Verhalten. Der Kali- und Natronfeldspath (Adular und Albit) werden unter diesen Umständen nicht angegriffen.

Durch dieses so verschiedene Verhalten gegen Lösungsmittel ist man im Stande gewesen, sehr zusammengesetzte Gebirgsarten in ihre Gemengtheile zu zerlegen. Das Verfahren selbst, was von C. Gmelin zuerst in seiner Analyse des Phonoliths angewendet worden ist, giebt ein leichtes Mittel ab, die verwitterbaren (aufschließbaren) Mineralien in allen Gebirgs- und Erdarten aufzufinden und ihre Menge zu bestimmen. So enthält, um einige Beispiele anzugeben, der Phonolith von Abterode im Hegau (Poggendorff's Annalen XIV. p. 357)

2,097 mesotyppartiges Gestein (in Säuren löslich),
11,142 Feldspath (nicht in Säuren löslich).

Die Bestandtheile beider sind folgende:

	das in Säuren lösliche,	der in Säuren unlösliche Rückstand.
Kieselerde	38,574	66,291
Thonerde	24,320	16,510
Kali	3,079	9,249
Natron	12,656	4,960
Kalk	1,802	
Eisenoxyd	11,346	2,388
Manganoxyd	2,194	0,896
Titansäure	0,620	
Wasser	4,209	
Organ. Substanz	0,405	

In einer ähnlichen Weise analysirte H. Frick den Thonschiefer und Löwe den Basalt und die Lava vom Aetna.

Der Basalt bestand in 100 Theilen aus { 4,615 Magneteisenerz, 39,800 Zeolith*), 55,885 Augit**).

Durch Behandlung des Thonschiefers von Benndorf mit Salzsäure wurden erhalten

26,46 in Salzsäure lösliche Bestandtheile
73,54 in Salzsäure unlösliche »

Die Zusammensetzung derselben war folgende:

	der in Salzsäure löslichen,	der darin unlöslichen Bestandtheile des Thonschiefers.
Kieselerde	22,39	77,06
Thonerde	19,35	15,99
Eisenoxyd	27,61	1,53
Bittererde	7,00	0,57
Kalk	2,42	0,33
Kali (kein Natron)	2,37	3,94
Wasser, Kohlens. und Verlust	18,86	0,39
Kupferoxyd		0,19.

*) Der Zeolith bestand aus:

Kieselerde	38,83
Thonerde	28,77
Kalk	10,45
Natron	13,81
Kali	1,42
Wasser	6,72
	100,00

**) Der Augit ist ein Silicat von Kalk und Bittererde.

Aus diesen Analysen ergeben sich einige höchst wichtige Folgerungen.

Es ist angeführt worden, daß der Feldspath, welcher in der kurzen Zeit von 24 Stunden von kalter Salzsäure kaum angegriffen wird, daß dieses Mineral der auflösenden Wirkung des mit Kohlensäure gesättigten Wassers nicht widersteht, und aus den angeführten Analysen ergiebt sich, daß die verbreitetsten Felsarten Gemenge von Silicaten sind, welche sich in Salzsäure bei gewöhnlicher Temperatur lösen, die also von Wasser, namentlich von kohlensäurehaltigem Wasser, noch weit leichter aufgeschlossen und angegriffen werden müssen als der Feldspath.

Alle Fels- und Gebirgsarten, welche Silicate von alkalischen Basen enthalten, können auf die Dauer hin der auflösenden Kraft des kohlensäurehaltigen Wassers nicht widerstehen. Die Alkalien, Kalk, Bittererde werden entweder allein, oder die ersteren in Verbindung mit Kieselerde aufgelöst, während Thonerde gemengt oder in Verbindung mit Kieselerde zurückbleibt. Der verwitterte Phonolith aus Aberode, welcher durch den Einfluß der Feuchtigkeit und Luft auf das feste Gestein entstanden ist, dessen Analyse oben angeführt wurde, verhält sich gegen Salzsäure ganz anders.

Während der unverwitterte Klingstein mehr als 20 p. c. lösliche Bestandtheile an die Salzsäure abgiebt, werden von dem verwitterten noch nicht ganz 5 p. c. aufgelöst.

Der in Säuren unlösliche Bestandtheil des verwitterten Phonoliths ist in seiner Zusammensetzung kaum verändert, in dem löslichen Bestandtheile*) macht das Eisen und Man-

*) Der lösliche Theil des verwitterten Klingsteins besteht aus:

Kieselerde	13,396
Thonerde	5,660

ganoxyd die Hauptmasse aus; beide Oxyde verhalten sich in dem löslichen Bestandtheile des unverwitterten Gesteins (siehe S. 116) wie 11,346 : 2,194, in dem verwitterten sind in 100 Th. 63,39 Eisen auf 11,13 Manganoxyd erhalten worden. Dies ist nahe das nämliche Verhältniß.

Durch die Verwitterung sind also vermittelst des Wassers die Alkalien, der Kalk aufgelöst und mit Kieselerde und Thonerde hinweggeführt worden; was zurückblieb, enthält nur $1/15$ der ursprünglich darin vorhandenen Alkalien.

So lange aber noch eine Spur Alkali oder einer in Kohlensäure löslichen Basis in dem Minerale zurückbleibt, dauert die Wirkung des kohlensäurehaltigen Wassers, welche ein immer weiterschreitendes Auseinanderfallen der Bestandtheile bewirkt, fort.

Der in ganz Dänemark so häufige gelbe Thon ist nach Forchhammer Granit, dessen Feldspath in Kaolin verwandelt, dessen Glimmer unzerstört geblieben ist, dessen Quarz den Sand des Thons ausmacht; der Magneteisenstein und das Titaneisen des Granits finden sich in diesem Thone als Eisenoxyd und Titanoxyd wieder. Aus Syeniten und Grünsteinen entsteht der blaue Thon, dem der Glimmer fehlt

Kali, Natron . .	1,074
Kalk, Spuren.	
Eisenoxyd . . .	63,396
Manganoxyd . .	11,132
Titansäure . . .	3,396
Der unlösliche Theil:	
Kieselerde . . .	66,462
Thonerde . . .	16,810
Kali	9,569
Natron	4,281
Kalk	1,523
Eisenoxyd . . .	2,989
Manganoxyd . .	0,172

(Forchhammer). Aus Porphyr sind durch die Verwitterung die großen Thonlager bei Halle*) entstanden. Man unterscheidet darin leicht beim Anfeuchten die Grundmasse, welche weiß, und den Feldspath, welcher gelblich aussieht (Mitscherlich).

Die in Wasser oder Kali gelöst'te Kieselerde hat sich zuweilen aus dieser Auflösung an den Feldspathkrystallen selbst wieder in Krystallen abgesetzt, wie man dies im Trachyt des Siebengebirges bei Bonn häufig beobachtet (Mitscherlich). Die meisten Sandsteine enthalten beigemischte Silicate mit alkalischen Basen, in dem Sandstein des Heiligenberges bei Heidelberg finden sich viele Stücke von Feldspath, welche theilweise in Thon umgeändert sind und weiße Pünktchen im Sandsteine bilden.

Aus der Analyse der Porzellanerden**) läßt sich entnehmen, daß die Zersetzung des Feldspaths, aus der sie entstanden sind, die äußerste Grenze noch nicht erreicht hat; sie sind ohne Ausnahme noch kalihaltig.

Unter den in der Natur vorkommenden Thonarten haben

---

*) Der zersetzte Feldspath, Porzellanthon von Morl bei Halle:

Kieselerde	71,42
Thonerde	26,07
Eisenoxyd	1,93
Kalk	0,13
Kali	0,45

**) St. Yrieux, Limoge: Meißen:

Kieselerde	46,8. . .	52,8
Thonerde	37,3. . .	31,2
Kali	2,5. . .	2,2

Schneeberg:

Kieselerde	43,6
Thon	37,7
Eisenoxyd	1,5
Kali und Wasser . .	12,5

diejenigen den Namen Porzellanerde erhalten, welche feuerfest, d. h. in dem stärksten Feuer unserer Oefen unschmelzbar sind.

Diese Schwerschmelzbarkeit ist abhängig von den in den Thonarten enthaltenen alkalischen Basen, Kali, Natron, Kalk, Bittererde und Eisenoxydul. Vergleichen wir die meisten Thonarten mit den Porzellanerden, so ergiebt sich, daß das Vorkommen der feuerfesten (der alkaliarmen) verhältnißmäßig selten ist; die in den verbreitetsten Gebirgsarten, in den Ackererden mit den Braunkohlen, Steinkohlen vorkommenden Thonarten sintern in der Hitze zusammen und verglasen in starkem Feuer; der gewöhnliche Lehm schmilzt zu einer Schlacke zusammen. Diese Schmelzbarkeit steht bei denen, in welchen das Eisenoxyd oder Oxydul als Bestandtheil fehlt, in geradem Verhältnisse zu der Menge der darin enthaltenen alkalischen Basen.

Der aus den Kalifeldspathen entstandene Thon ist frei von Kalk; aus dem Labrador (dem Hauptgemengtheile des Basaltes und der Lava) entsteht ein kalk- und natronhaltiger Thon.

Die an Thon reichen Kalksteine enthalten verhältnißmäßig das meiste Alkali, der Mergel, die Cementsteine gehören zu dieser Klasse von Mineralien. Sie zeichnen sich vor allen anderen Kalksteinen durch die merkwürdige Fähigkeit aus, nach mäßigem Brennen, wenn sie mit Wasser in Berührung gebracht werden, zu steinartigen Massen zu erhärten. Bei dem Brennen des Mergels (oder vieler natürlichen Cementsteine) wirken die Bestandtheile des Thons und Kalks chemisch auf einander, es entsteht eine dem wasserfreien Apophyllit*) ähnlich zusammengesetzte Verbindung von kiesel-

*) Formel des Apophyllits: $KO, 2SiO_3 + 8CaO, SiO_3 + 16aq$.

saurem Kali und kieselsaurem Kalk, welche beim Zusammenbringen mit Wasser, gleich dem gebrannten Gypse, eine gewisse Menge davon in chemische Verbindung aufnimmt und damit krystallisirt*).

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich auf eine klare unzweideutige Weise der Ursprung der Ackererde: sie ist aus den an Alkalien und alkalischen Erden reichen Gebirgsarten durch die Wirkung chemischer und mechanischer Thätigkeiten entstanden, die ihren festen Zusammenhang nach und nach aufhoben.

Es bedarf wohl keiner weitern Auseinandersetzung, daß alle Thonarten für sich oder gemengt mit anderen Mineralien, der Thon der Ackererde, unausgesetzt die nämliche fortschreitende Veränderung erleiden, welche darin besteht, daß durch den Einfluß des Wassers und der Kohlensäure die darin enthaltenen Alkalien und alkalischen Basen löslichen Zustand annehmen; es entstehen kieselsaure, oder wenn diese durch die Einwirkung der Kohlensäure zerlegt werden, kohlensaure Alkalien und Kieselerdehydrat, letzteres in dem eigenthümlichen Zustande, wo es löslich im Wasser und aufnehmbar durch die Wurzeln der Pflanzen wird.

Der Einfluß der Luft, der Kohlensäure und Feuchtigkeit auf die Bestandtheile der Gebirgsarten läßt sich in den seit Jahrtausenden unbewohnten Gegenden Südamerika's am leichtesten beobachten, wo Jäger und Hirten die Entdecker reicher

*) Wenn wir ein Stück Kreide mit einer Auflösung von Wasserglas (S. 109) befeuchten, so geht dieses an der Oberfläche eine Verbindung damit ein, welche hart und steinartig ist. An die Stelle des Kalis im kieselsauren Kali tritt der Kalk der Kreide, eine gewisse Menge Kali wird dadurch in der Form von kohlensaurem Kali in Freiheit gesetzt (Kuhlmann).

Silberminen sind. Durch die Verwitterung werden die Bestandtheile des silberführenden Gesteins nach und nach aufgelöst und durch Regen und Wind hinweggeführt, die edlen Metalle widerstehen dieser Zerstörung und bleiben auf der Oberfläche zurück. Es ist eine ganz bestimmte Thatsache, daß die metallischen Silberadern über der Oberfläche des Felsens in scharfen Zacken und Kanten hervorragen *).

Die Cultur.

In dem Vorhergehenden sind die Bedingungen des Lebens aller Vegetabilien betrachtet worden. Kohlensäure, Ammoniak, Schwefelsäure und Wasser liefern die Elemente aller Organe: Salze, Metalloxyde, gewisse anorganische Materien dienen zu besonderen Verrichtungen in dem Organismus der Pflanze, manche davon müssen als Bestandtheile einzelner Pflanzentheile angesehen werden.

Die atmosphärische Luft und der Boden bietet den Blättern und Wurzeln einerlei Nahrung dar.

Die erstere enthält eine verhältnißmäßig unerschöpfliche Menge Kohlensäure und Ammoniak, in dem Boden haben

---

*) Die Bergwerke zu Chanuncillo, aus denen Silber von vielen hunderttausend Pfund Sterling an Werth in wenigen Jahren gewonnen wurden, entdeckte ein Mann, der einen Stein nach einem Maulthiere warf und ihn schwerer fand als einen gewöhnlichen Stein; er bestand aus gediegenem Silber und war ein Stück einer hoch über den Felsen hervorragenden Ader von Silber (Darvin, S. 387).

wir in dem Humus eine sich stets erneuernde Quelle von Kohlensäure; den Winter hindurch häuft sich in dem Regen- und Schneewasser, womit er durchdrungen wird, eine für die Entwickelung der Blüthen und Blätter ausreichende Menge Ammoniak an.

Die völlige, ja man kann sagen, die absolute Unlöslichkeit in kaltem Wasser der in Verwesung begriffenen Pflanzentheile erscheint bei näherer Betrachtung als eine nicht minder weise Natureinrichtung.

Wenn der Humus auch noch einen geringern Grad von Löslichkeit besäße, als man der sogenannten Humussäure zuschreibt, so würde er der auflösenden Kraft des Regenwassers nicht widerstehen können. Bei mehrwöchentlichem Wässern der Wiesen müßte ein großer Theil davon aus dem Boden entführt werden, heftige und anhaltende Regen müßten den Boden daran ärmer machen. Er löst sich aber nur auf, insofern er sich mit dem Sauerstoffe verbindet; nur in der Form von Kohlensäure wird er vom Wasser aufgenommen.

Bei Abwesenheit aller Feuchtigkeit erhält sich der Humus Jahrhunderte lang; mit Wasser benetzt, verwandelt er den umgebenden Sauerstoff in Kohlensäure; von diesem Augenblicke an verändert er sich ebenfalls nicht mehr, denn die Wirkung der Luft hört auf, sobald sie ihres Sauerstoffs beraubt ist. Nur wenn Pflanzen in diesem Boden wachsen, deren Wurzeln die gebildete Kohlensäure hinwegnehmen, schreitet die Verwesung fort, aber durch lebende Pflanzen empfängt der Boden wieder, was er verloren hat, er wird nicht ärmer an Humus.

Die Tropfsteinhöhlen in Franken, in der Umgebung von Bajreuth, Streitberg sind mit fruchtbarer Ackererde bedeckt;

der Boden über diesen Höhlen ist mit verwesenden Vegetabilien, mit Humus angefüllt, der bei Gegenwart von Feuchtigkeit und Luft unausgesetzt Kohlensäure entwickelt, die sich im Regenwasser löst.

Das mit Kohlensäure angeschwängerte Regenwasser sickert durch den porösen Kalkstein hindurch, der die Seitenwände und Decke der Höhlen bildet, und löst bei diesem Durchgange eine der Kohlensäure entsprechende Menge von kohlensaurem Kalk auf.

In dem Innern der Höhle angekommen, dunstet von dieser Auflösung das Wasser und die überschüssige Kohlensäure ab, und der Kalkstein, indem er sich abscheidet, überzieht Wände und Decke mit Krystallkrusten von den mannigfaltigsten Formen.

An wenigen Orten der Erde vereinigen sich aber in gleichem Grade, wie an diesen, alle Bedingungen zur Erzeugung von humussaurem Kalk, wenn der Humus in dem Boden in der That in der Form von Humussäure vorhanden wäre.

Verwesende Vegetabilien, Wasser und Kalk in Auflösung sind vorhanden, allein die gebildeten Stalaktiten enthalten keine Humus-Säure, sie sind glänzend weiß, oder gelblich, zum Theil durchsichtig wie Kalkspath und lassen sich zum Glühen erhitzen ohne Schwärzung.

In den alten Burgen in der Nähe des Rheins, der Bergstraße und der Wetterau bieten unterirdische Gewölbe, aus Sandstein, Granit und Basalt aufgeführt, eine ähnliche Erscheinung wie die Kalkhöhlen dar.

Diese Gewölbe oder Keller sind bedeckt mit einer mehrere Fuß dicken Lage von Dammerde, in der sich verwesende Vegetabilien befinden. Das Regenwasser, was auf diese Gewölbe fällt, nimmt die gebildete Kohlensäure auf, sickert

durch die Erde hindurch, löſ't durch ſeinen Kohlenſäuregehalt den Kalkmörtel auf; dieſe Auflöſung verdunſtet auf der Innenſeite der Gewölbe wieder und überzieht ſie mit kleinen und dünnen humusſäurefreien Stalaktiten.

Es ſind dies aber durch die Natur gebaute Filtrirapparate, in denen wir das Reſultat eines Jahrhunderte oder Jahrtauſende fortgeſetzten Verſuches vor Augen haben.

Wenn das Waſſer die Fähigkeit beſäße, auch nur ein Hunderttauſendtheil ſeines Gewichts an Humusſäure oder humusſaurem Kalk aufzulöſen, ſo würden wir beim Vorhandenſein von Humusſäure die Decke dieſer Gewölbe und Höhlen damit überzogen finden, allein man iſt nicht im Stande, auch nur die kleinſte Spur davon wahrzunehmen. Wenn man zuletzt erwägt, daß die Humusſäure oder ihre Salze ſich mit brauner Farbe in Waſſer löſen, daß das Quell- und Brunnen-Waſſer völlig klar und farblos iſt und beim Verdampfen nur Salze, die durch Mineralſäuren gebildet ſind, aber keine Humusſäure hinterläßt, ſo kann man an der Abweſenheit der letztern in der Acker- und Gartenerde nicht zweifeln. Das Waſſer unſerer Quellen und Brunnen iſt Regenwaſſer, was durch den Boden ſickernd ſeine ganze auflöſende Kraft für die humusſauren Salze äußern müßte. Wäre humusſaures Kali in dem Boden vorhanden, ſo müßte alles Quell- und Brunnen-Waſſer, in einer gewiſſen Tiefe geſammelt, beſtimmbare Mengen davon enthalten; allein ſelbſt in dem kohlenſaure Alkalien enthaltenden Selterſer und Fachinger Mineralwaſſer, die aus dem Boden einer ſumpfigen Wieſe hervorquellen, der reich an vegetabiliſchen Stoffen iſt, läßt ſich keine Spur Humusſäure nachweiſen. Es giebt kaum ſchärfere und überwiegendere Beweiſe für die Abwe-

senheit der Humussäure der Chemiker in der Ackererde und Dammerde.

Die gewöhnliche Vorstellung, welche man sich über die Wirkungsweise der Humussäure geschaffen hatte, gab Veranlassung zu einer durchaus unerklärbaren Erscheinung.

Eine sehr kleine Quantität davon, im Wasser gelöst, färbt dasselbe gelb oder braun. Man sollte nun denken, daß ein Boden um so fruchtbarer sein müsse, je mehr Fähigkeit er besitzt, Wasser braun zu färben, d. h. Humussäure an dasselbe abzugeben.

Sonderbarerweise gedeiht aber in einem solchen Boden keine Culturpflanze, und aller Dünger muß, wenn er einen wohlthätigen Einfluß auf die Vegetation äußern soll, diese Eigenschaft verloren haben. Das Wasser auf unfruchtbarem Torfboden, auf sumpfigen Wiesen, auf denen nur wenige Vegetabilien gedeihen, ist reich an dieser Humussäure, und alle Landwirthe und Gärtner kommen darin überein, daß sie nur den sogenannten humificirten Dünger nützlich und gedeihlich für die Culturpflanzen halten. Dies ist nun gerade derjenige, der die Eigenschaft, das Wasser zu färben, gänzlich verloren hat.

Diese im Wasser mit brauner Farbe lösliche Materie ist ein Product der Fäulniß aller Thier- und Pflanzenstoffe; ihr Vorhandensein ist ein Zeichen, daß es an Sauerstoff fehlt, um die Verwesung zu beginnen oder zu vollenden. An der Luft entfärben sich diese braunen Auflösungen, unter Aufnahme von Sauerstoff schlägt sich ein schwarzer, kohlenähnlicher Körper, die sogenannte Humuskohle, nieder.

Denken wir uns einen Boden, durchdrungen von dieser Substanz, so muß er auf die Wurzeln einer Pflanze gerade

so wirken, als wenn er gänzlich alles Sauerstoffs unaufhörlich beraubt würde; eine Pflanze wird eben so wenig darin wachsen können als in einer Erde, die man mit Eisenoxydulhydrat mischt.

In einem Boden, in einem Wasser, welches keinen Sauerstoff enthält, sterben alle Pflanzen; Mangel an Luft wirkt ganz ähnlich wie ein Uebermaaß an Kohlensäure.

Auf sumpfigem Boden schließt das Wasser, was nicht wechselt, die Luft aus; eine Erneuerung des Wassers wirkt ähnlich wie ein Hinzuführen von Luft, denn das Wasser enthält Luft in Auflösung; geben wir dem Wasser in dem Sumpfe Abzug, so gestatten wir der Luft freien Zutritt, der Sumpf verwandelt sich in die fruchtbarste Wiese.

Ueberreste von Vegetabilien und Thieren, die sich in einem Boden befinden, in den die Luft keinen oder nur geringen Zutritt hat, gehen nicht in Verwesung über, eben weil es an Sauerstoff fehlt; sie gehen in Fäulniß über, zu deren Einleitung Luft genug sich vorfindet.

Die Fäulniß kennen wir nun als einen der mächtigsten Desoxydationsprocesse, dessen Einfluß sich auf alles in der Nähe Befindliche, auf Wurzelfasern und die Pflanzen selbst erstreckt. Alle Materien, denen Sauerstoff entzogen werden kann, geben Sauerstoff an den faulenden Körper ab; gelbes Eisenoxyd geht in schwarzes Eisenoxyduloxyd, schwefelsaures Eisenoxyd in Schwefeleisen ꝛc. über.

Die öftere Lufterneuerung, die gehörige Bearbeitung des Bodens, namentlich die Berührung mit alkalischen Metalloxyden, mit Braunkohlenasche, gebranntem oder kohlensaurem Kalk, ändert die vorgehende Fäulniß in einen reinen Oxydationsproceß um; von dem Augenblicke an, wo alle vor-

handenen organischen Materien in den Zustand der Verwesung übergehen, erhöht sich die Fruchtbarkeit des Bodens. Der Sauerstoff wird nicht mehr zur Verwandlung der braunen löslichen Materie in unlösliche Humuskohle verwandt, sondern er dient zur Bildung von Kohlensäure.

Diese Veränderung geht äußerst langsam von Statten, nur in seltenen Fällen findet sich dadurch der Sauerstoff völlig abgeschlossen. Unter allen Umständen aber, wo es geschieht, verliert der Boden seine Fruchtbarkeit.

In der Nähe von Salzhausen auf den sogenannten Grünschwalheimer Wiesen bemerkt man stellenweise unfruchtbare Flecken, die mit einem gelblichen Grase bedeckt sind. Wird in einen derselben ein Loch von 20—25 Fuß Tiefe gebohrt, so entwickelt sich daraus ein Strom kohlensaures Gas mit einer so großen Heftigkeit, daß man das Geräusch beim Ausströmen mehrere Schritte davon entfernt deutlich hört. Das von unten in die Höhe steigende kohlensaure Gas verdrängt aus dem Boden alle Luft und mit derselben allen Sauerstoff; aber ohne Sauerstoff kann sich kein Samen, keine Wurzelfaser entwickeln; in Stickgas, in kohlensaurem Gas allein, vegetirt keine Pflanze.

Insofern der Humus den Boden an Kohlensäure bereichert, insofern die Nahrung, welche er liefert, dazu beiträgt, die Anzahl der Organe der atmosphärischen Ernährung zu vervielfältigen, erhöht sein Vorhandensein die Fruchtbarkeit des Bodens. Dies ist die Wirkung des Humus als Quelle des Kohlenstoffs der Pflanzen, allein in der Dammerde ist er begleitet von anderen Bestandtheilen, welche der Pflanze nicht minder nützlich sind. Die Dammerde enthält als nie fehlenden Bestandtheil kohlensaures Ammoniak, sie enthält

alle Salze und Alkalien der Pflanze, durch deren Fäulniß und Verwesung sie entstanden ist*).

Für manche Pflanzengattungen, namentlich für diejenigen, welche ihre erste Nahrung von der Substanz der Samen selbst empfangen, Wurzeln und Zwiebelgewächse, ist der Humus völlig entbehrlich; seine Gegenwart ist nützlich, insofern ihre Entwickelung beschleunigt und gesteigert wird, sie ist aber nicht nothwendig; in einer gewissen Beziehung ist ein Uebermaß in dem Anfange der Entwickelung einer Pflanze schädlich.

Die Nahrung, welche die junge Pflanze aus der Luft in der Form von Kohlensäure und Ammoniak aufnehmen kann, ist in gewisse Grenzen eingeschlossen, sie kann nicht mehr assimiliren, als die Luft enthält.

Wenn nun im Anfange ihrer Entwickelung die Anzahl der Triebe, Halme, Zweige und Blätter durch ein Uebermaß von Nahrungsstoff aus dem Boden diese Grenze überschritten hat, wo sie also zur Vollendung ihrer Entwickelung, zur Blüthe und Frucht, mehr Nahrungsstoff in einer gegebenen Zeit aus der Luft bedarf, als diese bieten kann, so wird sie

*) Die aus dem Innern eines hohlen Eichstammes genommene Dammerde giebt beim Einäschern $^{41}/_{1000}$ Rückstand, der 24 p. c. lösliche Salze mit alkalischer Basis, 10,5 p. c. phosphorsaure Erden und 10 p. c. kohlensaure Erden enthält. Der wässerige Extract derselben gab 66 p. c. lösliche Salze (de Saussure). Der mit heißem Wasser erhaltene Auszug der Dammerde, die durch Verwesung des Rhododendron ferrugineum entstanden war, giebt von 1000 Theilen 140 Theile Asche, welche enthielt (de Saussure):

Kohlensaures Kali . . .	14
Chlorkalium	23
Schwefelsaures Kali . . .	16
Phosphorsaure Erden . .	17,25
Kohlensaure Erden . . .	21,50
Kieselerde	3,25
Metalloxyde und Verlust .	5,00

nicht zur Blüthe, zur Fruchtbildung gelangen. In vielen Fällen reicht diese Nahrung nur hin, um die Blätter, Halme und Zweige völlig auszubilden.

Es tritt alsdann der nämliche Fall ein, wie bei den Zierpflanzen, wenn man beim Versetzen in größere Töpfe den Wurzeln gestattet, sich zu vergrößern und zu vervielfältigen. Die vorhandene und begrenzte Menge der Nahrung wird zur Vermehrung der Wurzeln und Blätter verwendet; sie treiben, wie man sagt, in's Kraut und kommen nicht zur Blüthe.

Bei dem Zwergobste nehmen wir gerade umgekehrt den Bäumen einen Theil ihrer Zweige und damit ihrer Blätter; wir hindern die Entwickelung neuer Zweige, es wird für die übrigbleibenden künstlich ein Ueberschuß von Nahrung geschaffen, die dann zur Vermehrung der Blüthe und Vergrößerung der Frucht von der Pflanze verwendet wird. Das Beschneiden des Weinstocks hat einen ganz ähnlichen Zweck.

Bei allen perennirenden Gewächsen, bei den Sträuchern, Frucht- und Waldbäumen geht nach der völligen Ausbildung der Frucht ein neuer eigenthümlicher Vegetationsproceß an; während bei den einjährigen Pflanzen, von dieser Periode an, die Blätter ihre Farbe wechseln und gelb werden, bleiben die Blätter der Bäume und Sträucher bis zum Anfange des Winters in Thätigkeit. Das Holz wird fester und härter, und vom August an erzeugt sich kein Holz mehr; alle Kohlensäure, die sie aufnehmen und assimiliren, wird zur Erzeugung von Nahrungsstoffen für das künftige Jahr verwendet; anstatt Holzfaser wird jetzt Amylon gebildet und durch den Augustsaft (Seve d'Aout) in allen Theilen der Pflanze verbreitet (Hartig, in Erdmann und Schweigger-Seidel's Journal V. 217. 1835.). Man kann

durch gute Mikroskope die abgelagerte Stärke, nach den Beobachtungen des Herrn Forstmeisters Heyer, in ihrer bekannten Form in dem Holzkörper sehr leicht erkennen. Die Rinde mancher Espen und Fichten*) ist nach seiner Beobachtung so reich daran, daß sie durch Zerreiben und Waschen mit Wasser, wie Kartoffelstärke, daraus gewonnen werden kann (?); sie findet sich ferner in den Wurzeln und Wurzelstöcken perennirender Pflanzen.

Sehr früher Winter oder rascher Temperaturwechsel hindern die Erzeugung dieser Vorräthe von Nahrung für das künftige Jahr, das Holz wird, wie beim Weinstocke z. B., nicht reif, seine Entwickelung ist das folgende Jahr in engere Grenzen eingeschlossen.

Aus diesem Amylon entsteht im nächsten Frühjahre der Zucker und das Gummi, und aus diesem wieder die stickstofffreien Bestandtheile der Blätter und jungen Triebe. Mit der Entwickelung der jungen Kartoffelpflanze, mit der Bildung der Keime nimmt der Amylongehalt der Wurzel ab; der Ahornsaft hört auf, süß zu sein, sein Zuckergehalt verliert sich mit der Ausbildung der Knospen, der Blüthe und der Blätter.

Ein Weidenzweig, der durch seinen ganzen Holzkörper eine große Menge Amylonkörnchen in sich schließt, treibt in reinem destillirten oder Regenwasser Wurzeln oder Blätter, aber in dem Grade, als sie sich vergrößern, nimmt der Amylongehalt ab; es ist evident, das Amylon ist zur Ausbildung der Wurzeln und Blätter verzehrt worden.

Bei dem Blühen des Zuckerrohrs verschwindet ebenfalls ein Theil des gebildeten Zuckers; und bei den Runkelrüben

*) Aus Fichtenrinde wird zu Zeiten der Noth in Schweden bekanntlich Brot gebacken.

hat man die bestimmte Erfahrung gemacht, daß er sich in der Wurzel erst mit Vollendung der Blattbildung anhäuft.

Diese so wohlbegründeten Beobachtungen entfernen jeden Zweifel über den Antheil, den Zucker, Stärke und Gummi an dem Entwickelungsprocesse der Pflanzen nehmen; es hört auf, räthselhaft zu sein, woher es kommt, daß diese drei Materien, der entwickelten Pflanze zugeführt, keinen Antheil an ihrem Wachsthume, an ihrem Ernährungsprocesse nehmen.

Man hat — aber gewiß mit Unrecht — die gegen den Herbst hin sich in den Pflanzen anhäufenden Vorräthe von Stärke mit dem Fette der dem Winterschlafe unterworfenen Thiere verglichen; allein bei diesen sind alle Lebensfunctionen bis auf den Respirationsproceß in einem Zustande der Ruhe; sie bedürfen, wie eine sehr langsam brennende Oellampe, nur einer kohlen- und wasserstoffreichen Materie, um den Verbrennungsproceß in der Lunge zu unterhalten. Mit dem Erwachen aus dem Winterschlafe ist alles Fett verschwunden, es hat nicht zur Ernährung gedient, kein Theil ihres Körpers hat durch das Fett an Masse zugenommen, die Qualität von keinem davon hat eine bemerkbare Veränderung erlitten. Das Fett hatte mit der eigentlichen Ernährung nicht das Geringste zu thun.

Die einjährige Pflanze erzeugt und sammelt die Nahrung der künftigen auf gleiche Weise wie die perennirende; sie speichert sie im Samen in der Form von vegetabilischem Eiweiß, von Stärkemehl und Gummi auf, sie wird beim Keimen zur Ausbildung der ersten Wurzelfasern und Blätter verwendet; mit dem Vorhandensein dieser Organe fängt die Zunahme an Masse, die eigentliche Ernährung erst an.

Jeder Keim, jede Knospe einer perennirenden Pflanze ist der aufgepfropfte Embryo eines neuen Individuums, die

im Stamme, in der Wurzel aufgespeicherte Nahrung; sie entspricht dem Albumin und dem Amylon des Samens.

Nahrungsstoffe in ihrer eigentlichen Bedeutung sind offenbar nur solche Materien, welche, von außen zugeführt, das Leben und alle Lebensfunctionen eines Organismus zu erhalten vermögen, insofern sie von den Organen zur Hervorbringung der ihnen eigenthümlichen Bestandtheile verwendet werden können.

Bei den Thieren entspringt aus dem Blute die Substanz ihrer Muskeln und Nerven; es unterhält durch einen seiner Bestandtheile den Athmungsproceß, durch andere wieder besondere Lebensprocesse, ein jeder Theil des Körpers empfängt Nahrung durch das Blut, allein die Bluterzeugung ist eine Lebensfunction für sich, ohne welche das Leben nicht gedacht werden kann; setzen wir die Organe der Bluterzeugung außer Thätigkeit, führen wir in die Adern eines Thieres Blut von außen zu, so erfolgt der Tod, wenn seine Quantität eine gewisse Grenze überschreitet.

Die kleinsten Theilchen des Zuckers folgen, sich selbst überlassen, der Anziehung einer rein chemischen Kraft, sie krystallisiren; es ist klar, daß das Amylon, die Holzsubstanz weit höher organisirte Verbindungen sind als der Zucker, denn sie besitzen eine Form, die ihnen von der Cohäsionskraft allein nicht gegeben werden konnte; wir können uns denken, daß Amylon und Holzsubstanz zuerst Gummi oder Zucker waren, daß beide aus Zucker entstanden sind, allein zur Verwandlung des Zuckers in Amylon gehören noch andere Bedingungen, sie findet nicht statt, wenn diese fehlen.

Neben der Stärke, dem Zucker und Gummi müssen in einer Pflanze aber noch andere Materien vorhanden sein, wenn sie überhaupt an der Entwickelung des Keims, der ersten Wurzelfasern und Blätter Antheil nehmen sollen.

Ein Samenkorn enthält in seiner eigenen Masse unzweifelhaft die Bestandtheile des Keims und der ersten Wurzelfasern.

Wenn wir diese Bestandtheile mit Stärke und Kleber bezeichnen, so ist es klar, daß keiner davon allein, sondern beide zugleich an der Keim- und Wurzelbildung Antheil nehmen, denn bei Gegenwart von Luft, Feuchtigkeit und einer angemessenen Temperatur erleiden sie beide eine Metamorphose.

Die Stärke verwandelt sich in Zucker, der Kleber nimmt ebenfalls eine neue Form an, beide erhalten die Fähigkeit, sich zu lösen, d. h. einer jeden Bewegung zu folgen.

Beide werden zur Bildung der Wurzelfasern und ersten Blätter völlig aufgezehrt, ein Ueberschuß von dem einen würde ohne die Gegenwart einer entsprechenden Menge von dem andern zur Blattbildung, oder überhaupt nicht verwendet werden können.

Man schreibt bekanntlich die Verwandlung der Stärke in Zucker bei dem Keimen der Getreidekörner einer eigenthümlichen Materie, der Diastase, zu, die sich durch den Act der beginnenden Vegetation erzeugt; aber durch Kleber allein kann ihre Wirkungsweise, obwohl erst in längerer Zeit, ersetzt werden; jedenfalls enthält der gekeimte Samen bei weitem mehr davon, als zur Umwandlung der Stärke in Zucker nöthig war, denn man kann mit einem Theile gekeimter Gerste ein 5mal größeres Gewicht Stärke noch in Zucker überführen.

Gewiß wird man diesen Ueberschuß von Diastase nicht für zufällig ansehen können, eben weil sie selbst neben der Stärke Antheil an der Bildung der ersten Organe nimmt, sie verschwindet mit dem Zucker.

Kohlensäure, Ammoniak und Wasser sind die Nahrungsstoffe der Pflanzen; Stärke, Zucker oder Gummi dienen,

wenn sie begleitet sind von einer stickstoffhaltigen Substanz, dem Embryo zur ersten Entfaltung seiner Ernährungsorgane.

Die Ernährung des Fötus, die Entwickelung des Eies geschieht in anderer Weise als die des Thieres, was seine Mutter verlassen hat; der Abschluß der atmosphärischen Luft, der das Leben des Fötus nicht gefährdet, würde den Tod des Thieres bewirken; so ist denn auch reines Wasser für das Gedeihen der jungen Pflanze zuträglicher als ein an Kohlensäure reiches; aber nach einem Monate ist das Verhältniß umgekehrt (Sauſſure).

Die Bildung des Zuckers in den Ahornarten geht nicht in den Wurzeln, sondern in dem Holzkörper vor sich. Der Zuckergehalt des Saftes nimmt zu, wenn er bis zu einer gewissen Höhe in dem Stamme steigt; über diesen Punkt hinaus bleibt er unverändert.

Aehnlich wie in der keimenden Gerste eine Materie gebildet wird, durch deren Berührung mit Amylon das letztere seine Unauflöslichkeit verliert und in Zucker übergeht, so muß in den Wurzeln des Ahorns mit dem Beginne einer neuen Vegetation eine Substanz erzeugt werden, die, im Wasser gelöst, in ihrem Wege durch den Holzkörper die Verwandlung der dort abgelagerten Stärke, oder was es sonst noch sein mag, in Zucker bewirkt; es ist sicher, daß wenn ein Loch oberhalb der Wurzeln in den Stamm gebohrt, mit Zucker gefüllt und wieder verschlossen wird, daß derselbe in dem aufsteigenden Safte sich lösen wird; es ist ferner möglich, daß dieser Zucker auf eine ähnliche Weise wie der im Stamm gebildete verwendet werden wird; jedenfalls bleibt es gewiß, das Hinzuführen dieses Zuckers wird die Wirkung des Saftes auf das Amylon nicht hindern, und da ein größeres Verhältniß davon vorhanden ist, als das Blatt oder

die Knospe bedürfen, so wird er auf der Oberfläche der Blätter oder durch die Rinde wieder abgeschieden werden. Gewisse Krankheiten von Bäumen, der sogenannte Honigthau, rühren offenbar von einem Mißverhältnisse in der Menge der zugeführten stickstofffreien und stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe her.

Bei der Betrachtung der einzelnen Organe einer Pflanze finden wir alle ihre Theile durchdrungen von einem Safte, welcher eine stickstoffhaltige Materie enthält, die Stärkekörnchen in den Getreidesamen finden sich in Zellen eingeschlossen gebildet von einer stickstoffhaltigen Substanz; überall in allen Säften in den Früchten und Blüthen finden wir eine stickstofffreie Materie, begleitet von einer stickstoffhaltigen.

In den Blättern kann das Holz des Stammes als Holz nicht gebildet werden, sie müssen die Fähigkeit haben, eine Materie zu erzeugen, die geeignet ist, in Holz überzugehen, und diese muß in gelöst'em Zustande stets begleitet sein von einer stickstoffhaltigen Verbindung; es ist höchst wahrscheinlich, daß sich Holz und Pflanzenalbumin, Amylon und Zelle gleichzeitig und zwar neben einander bilden, und in diesem Falle ist ein bestimmtes Verhältniß von beiden eine Bedingung ihrer Entstehung.

Wir finden in der Knospe, in dem jungen Blatte Salze mit alkalischen Basen, wir finden die stickstoffhaltigen Bestandtheile stets begleitet von phosphorsauren Salzen, und wir müssen annehmen, daß auch sie in den Lebensfunktionen der Pflanze eine gewisse Rolle spielen.

Wir können uns denken, daß ohne die Gegenwart gewisser Bodenbestandtheile sich in dem Organismus der Pflanze kein Stickstoff und schwefelhaltiger Bestandtheil findet, daß

ohne dieſe und ohne die Gegenwart der alkaliſchen Baſen keine Kohlenſäure aufgenommen und zerlegt wird.

Alles Uebrige gleichgeſetzt, wird hiernach nur eine dem Stickſtoffgehalte entſprechende Quantität der von den Blättern erzeugten Subſtanzen aſſimilirbar ſein; fehlt es an Stickſtoff, ſo wird eine gewiſſe Menge ſtickſtofffreier Subſtanz in irgend einer Form nicht verwendet und als Excremente der Blätter, Zweige, Rinden und Wurzeln abgeſchieden werden.

Die Ausſchwitzungen geſunder, kräftiger Pflanzen von Mannit, von Gummi und Zucker können keiner andern Urſache zugeſchrieben werden*).

Es tritt hier ein ähnlicher Fall ein, wie bei der Verdauung im menſchlichen Organismus; wenn jedem Theile des Körpers erſetzt werden ſoll, was er durch Reſpiration und Secretionsproceſſe verliert, ſo muß den Organen der Verdauung ein beſtimmtes Verhältniß von ſtickſtofffreien und ſtickſtoffhaltigen Nahrungsmitteln, begleitet von gewiſſen Mineralſubſtanzen, die ihren Uebergang in Blut vermitteln, dargeboten werden. Iſt die Quantität der zugeführten ſtick-

*) Herr Advocat Trapp in Gießen beſitzt eine wohlriechende Volkamerie (Clerodendron fragrans), in deren Blattdrüſen im September, wo ſie im Zimmer vegetirte, große farbloſe Tropfen ausſchwitzten, die zu den regelmäßigſten Kryſtallen von Kandiszucker eintrockneten; es iſt mir nicht bekannt, ob der Saft dieſer Pflanze Zucker enthält. So hat ferner Langlois vor Kurzem beobachtet (Ann. de chimie et de phys. III. Serie. Tom. VII. pag. 348), daß während der großen Trockenheit im Sommer 1842 die Oberfläche der Blätter der Lindenbäume ſich mit einem dicken ſüßen Liquidum bedeckten, welches in manchen Stunden des Tages in ſo großer Menge vorhanden war, daß es in der Form eines Regens herabfiel. Leicht hätten von einem mäßigen Lindenbaume mehrere Kilogramme gewonnen werden können. Dieſer ſüße Saft enthielt vorzüglich Traubenzucker und Mannit.

stofffreien Substanzen überwiegend, so werden sie entweder zur Fettbildung verwendet, oder sie gehen unverändert durch den Organismus hindurch. Man beobachtet dies namentlich bei Menschen, die sich beinahe ausschließlich von Kartoffeln nähren; ihre Excremente enthalten eine große Menge ganz unveränderter Stärkemehlkörnchen.

Unter diesem Gesichtspunkte wird es einleuchtend, wie sehr sich die in einer Pflanze erzeugten Producte, je nach dem Verhältnisse der zugeführten Nahrungsstoffe, ändern können. Ein Ueberfluß an Kohlenstoff, in der Form von Kohlensäure durch die Wurzeln zugeführt, wird bei Mangel an Stickstoff weder in Kleber, noch in Eiweiß, noch in Holz übergehen; er wird als Zucker, Amylon, Oel, Wachs, Harz, Mannit, Gummi, in der Form also eines Excrementes, abgeschieden werden, oder mehr oder weniger weite Zellen und Gefäße füllen.

Bei einem Ueberschusse stickstoffhaltiger Nahrung wird sich bei Vereinigung gewisser anderer Bedingungen der Kleber, der Gehalt von vegetabilischem Eiweiß vermehren, es werden Ammoniaksalze in den Säften bleiben, wenn, wie beim Anbau der Runkelrüben, ein sehr stickstoffreicher Dünger dem Boden gegeben, oder die Functionen der Blätter unterdrückt werden, indem man die Pflanze ihrer Blätter beraubt.

Wir wissen in der That, daß die Ananas im wilden Zustande kaum genießbar ist, daß sie bei reichlichem thierischen Dünger eine Masse von Blättern treibt, ohne daß die Frucht deshalb an Zucker zunimmt; daß der Stärkegehalt der Kartoffeln in einem humusreichen Boden wächst, daß bei kräftigem animalischen Dünger die Anzahl der Zellen zunimmt, während sich der Amylongehalt vermindert; in dem erstern Falle besitzen sie eine mehlige, in

dem andern eine seifige Beschaffenheit. Die Runkelrüben, auf magerem Sandboden gezogen, enthalten ein Maximum von Zucker und kein Ammoniaksalz, und in gedüngtem Lande verliert die Teltower Rübe ihre mehlige Beschaffenheit, denn in diesem vereinigen sich alle Bedingungen für Zellenbildung.

Eine abnorme Production von gewissen Bestandtheilen der Pflanzen setzt in den Blättern eine Kraft und Fähigkeit der Assimilation voraus, die wir mit einer gewöhnlichen, selbst der mächtigsten chemischen Action nicht vergleichen können. Man kann sich in der That keine geringe Vorstellung davon machen, denn sie übertrifft an Stärke die mächtigste galvanische Batterie, mit der wir nicht im Stande sind, den Sauerstoff aus der Kohlensäure auszuscheiden. Die Verwandtschaft des Chlors zum Wasserstoff, seine Fähigkeit, das Wasser im Sonnenlichte zu zerlegen und den Sauerstoff daraus zu entwickeln, ist für nichts zu achten gegen die Kraft und Energie, mit welcher ein von der Pflanze getrenntes Blatt das aufgesaugte kohlensaure Gas zu zerlegen vermag.

In der lebendigen Pflanze, in dem Samen und dem Keime ist eine von allen anderen Kräften verschiedene Ursache der Zunahme und Vergrößerung an Masse vorhanden, allein sie zeigt sich in ihrer Thätigkeit nur bei Mitwirkung der Wärme oder des Lichts.

Wir sehen im Frühlinge, wenn die Sonnenwärme die Erde durchdringt, daß die Spargelpflanze ohne alle Mitwirkung des Lichts viele Fuß lange Keime treibt. Aber die Bestandtheile dieser Keime waren Bestandtheile der Wurzel. Eine Verwandlung vorhandener Verbindungen in neue Producte, ihr Uebergang in neue Formen kann ohne

Licht, wiewohl nicht ohne Wärme, vor sich gehen, allein hiermit ist keine wahre Zunahme an Masse, keine Vergrößerung in der Kohlenstoffmenge verbunden. Diese findet nur Statt unter dem Einflusse des Lichts.

Die gewöhnliche Meinung, daß nur das direct einfallende Sonnenlicht die Zerlegung der Kohlensäure in den Blättern der Pflanzen zu bewirken vermöge, daß das reflectirte oder Tageslicht die Fähigkeit nicht besitzt, ist ein sehr verbreiteter Irrthum, denn in einer Menge Pflanzen erzeugen sich absolut die nämlichen Bestandtheile, gleichgültig, ob sie vom Sonnenlichte getroffen werden, oder ob sie im Schatten wachsen, sie bedürfen des Lichtes und zwar des Sonnenlichtes, aber es ist für ihre Functionen durchaus gleichgültig, ob sie die Strahlen der Sonne direct erhalten, oder nicht. Ihre Functionen gehen nur mit weit größerer Energie und Schnelligkeit im Sonnenlichte als im Tageslichte oder im Schatten vor sich; es kann keine andere Verschiedenheit hier gedacht werden, als bei ähnlichen Wirkungen, welche das Licht auf chemische Verbindungen zeigt, und diese Verschiedenheit wird bemerkbar durch einen höhern oder niedrigern Grad der Beschleunigung der Action.

Chlor und Wasserstoff vereinigen sich beide zu Salzsäure; im gewöhnlichen Tageslichte geht die Verbindung in einigen Stunden, im Sonnenlichte augenblicklich mit einer gewaltsamen Explosion vor sich, in völliger Dunkelheit beobachtet man nicht die geringste Veränderung.

Das Oel des ölbildenden Gases liefert mit Chlor in Berührung im Sonnenlichte augenblicklich Chlorkohlenstoff, im gewöhnlichen Tageslichte kann der letztere ebenfalls mit derselben Leichtigkeit erhalten werden, es gehört dazu nur eine längere Zeit. Während man bei diesem Ver-

ſuche, wenn er im Sonnenlichte angeſtellt wird, nur zwei Producte bemerkt (Salzſäure und Chlorkohlenſtoff), beobachtet man bei der Einwirkung im Tageslichte eine Reihe von Zwiſchenſtufen, von Verbindungen nämlich, deren Chlorgehalt beſtändig zunimmt, bis zuletzt das ganze Oel in zwei Producte zerfällt, die mit denen im Sonnenlichte erhaltenen abſolut identiſch ſind. Im Dunkeln beobachtet man auch hier nicht die geringſte Zerſetzung. Salpeterſäure zerlegt ſich im gewöhnlichen Tageslichte in Sauerſtoffgas und ſalpetrige Säure, Chlorſilber ſchwärzt ſich im Tageslichte ſo gut wie im Sonnenlichte, kurz alle Actionen ganz ähnlicher Art nehmen im Tageslichte dieſelbe Form an wie im Sonnenlichte, nur in der Zeit, in der es geſchieht, bemerkt man einen Unterſchied. Bei den Pflanzen kann es nicht anders ſein; bis auf einige Paraſiten, die den Kohlenſtoff nicht oder nur theilweiſe aus der erſten Quelle empfangen, iſt die Art ihrer Ernährung bei allen dieſelbe, und ihre Beſtandtheile beweiſen es, daß die Nahrungsſtoffe abſolut dieſelbe Veränderung erlitten haben *).

Was wir alſo an Kohlenſäure einer Pflanze auch zuführen mögen, wenn ihre Quantität nicht mehr beträgt, als was von den Blättern zerſetzbar iſt, ſo wird ſie eine Meta-

*) Die Unmöglichkeit, Mooſe und andere Kryptogamen zum Blühen und Samentragen in gewöhnlichem Tageslichte zu bringen, brachte Herrn Möllner, einen trefflichen Botaniker und Chemiker in Darmſtadt, auf die Vorſtellung, daß das durch die Blätter der Waldbäume gebrochene grüne Licht eine nothwendige Bedingung ihres Lebens ſei. Er pflanzte die mannigfaltigſten Arten dieſer Gewächſe in Walderde, in kleinen Glasröhren, bedeckte ſie mit einer Glocke von grünem Glaſe und ſah ſeine Vorausſetzung durch den Verſuch mit dem ſchönſten Erfolge gekrönt. Alle dieſe zierlichen Gewächſe entwickelten ſich unter dieſen Umſtänden mit der größten Ueppigkeit, ſie ſetzten Blüthen und fruchtbaren Samen an.

morphoſe erleiden. Wir wiſſen, daß ein Uebermaß an Kohlenſäure die Pflanze tödtet, wir wiſſen aber auch, daß der Stickſtoff bis zu einem gewiſſen Grade unweſentlich für die Zerſetzung der Kohlenſäure iſt.

Alle bis jetzt angeſtellten Verſuche beweiſen, daß friſche Blätter, von der Pflanze getrennt, in einem Waſſer, welches Kohlenſäure enthält, Sauerſtoffgas im Sonnenlichte entwickeln, während die Kohlenſäure verſchwindet.

In dieſen Verſuchen iſt alſo mit der Kohlenſäure kein Stickſtoff gleichzeitig zugeführt worden, und man kann hieraus keinen andern Schluß ziehen, als den, daß zur Zerſetzung der Kohlenſäure, alſo zur Ausübung von einer ihrer Functionen, keine gleichzeitige Zufuhr von Stickſtoff erforderlich iſt, wenn auch für die Aſſimilation der durch die Zerſetzung der Kohlenſäure neugebildeten Producte, um Beſtandtheile gewiſſer Organe der Pflanzen zu werden, die Gegenwart einer ſtickſtoffhaltigen Subſtanz unentbehrlich zu ſein ſcheint.

Der aus der Kohlenſäure aufgenommene Kohlenſtoff hat in den Blättern eine neue Form angenommen, in der er löslich und überführbar in alle Theile der Pflanze iſt. Wir bezeichnen dieſe Form mit Zucker, wenn die Producte ſüß ſchmecken, und mit Gummi oder Schleim, wenn ſie geſchmacklos ſind, ſie heißen Excremente, wenn ſie durch die Wurzeln (Haare und Drüſen der Blätter ꝛc.) abgeführt werden.

Es iſt hieraus klar, daß, je nach den Verhältniſſen der gleichzeitig zugeführten Nahrungsſtoffe, die Menge und Qualitäten der durch den Lebensproceß der Pflanzen erzeugten Stoffe wechſeln werden.

Im freien wilden Zuſtande entwickeln ſich alle Theile

einer Pflanze je nach dem Verhältnisse der Nahrungsstoffe, die ihr vom Standorte dargeboten werden; sie bildet sich auf dem magersten, unfruchtbarsten Boden eben so vollkommen aus wie auf dem fettesten und fruchtbarsten; nur in ihrer Größe und Masse, in der Anzahl der Halme, Zweige, Blätter, Blüthen oder Früchte beobachtet man einen Unterschied.

Während auf einem fruchtbaren Boden alle ihre einzelnen Organe sich vergrößern, vermindern sie sich auf einem andern, wo ihr die Materien minder reichlich zufließen, die sie zu ihrer Bildung bedarf; ihr Gehalt an stickstoffhaltigen oder stickstofffreien Bestandtheilen ändert sich mit der überwiegenden Menge stickstoffhaltiger und stickstofffreier Nahrungsmittel.

Die Entwickelung der Halme und Blätter, der Blüthen und Früchte ist an bestimmte Bedingungen geknüpft, deren Kenntniß uns gestattet, einen gewissen Einfluß auf ihren Gehalt an gewissen Bestandtheilen, sowie auf die Hervorbringung eines Maximums an Masse auszuüben.

Die Ausmittelung dieser Bedingungen ist die Aufgabe des Naturforschers; aus ihrer Kenntniß müssen die Grundsätze der Land- und Forstwirthschaft entspringen.

Es giebt kein Gewerbe, was sich an Wichtigkeit dem Ackerbau, der Hervorbringung von Nahrungsmitteln für Menschen und Thiere vergleichen läßt; in ihm liegt die Grundlage des Wohlseins, die Entwickelung des Menschengeschlechts, die Grundlage des Reichthums der Staaten, er ist die Grundlage aller Industrie.

In keinem andern Gewerbe ist die Anwendung richtiger Principien von wohlthätigeren Folgen, von größerem und bemerkbarerm Einflusse, und es muß um so räthselhafter und unbegreiflicher erscheinen, wenn man in den Schriften der

Agronomen vergebens nach einem leitenden Grundsatze sich umsieht.

An allen Orten, in allen Gegenden wechseln die Methoden des Feldbaues, und wenn man nach den Ursachen dieser Abweichung fragt, so erhält man die Antwort, sie hängen von Umständen ab (les circonstances font les assolemens). Es giebt keine Antwort, in der sich die Unwissenheit offenbarer ausspricht.

Neben gleichen allgemeinen Bedingungen des Wachsthums aller Vegetabilien, der Feuchtigkeit, des Lichtes, der Wärme und der Bestandtheile der Atmosphäre, giebt es besondere, welche auf die Entwickelung der Pflanzen einen ausgezeichneten Einfluß ausüben. Diese besonderen Bedingungen liegen im Boden, oder sie werden ihnen gegeben in der Form von Stoffen, die man mit dem allgemeinen Namen Dünger bezeichnet.

Was enthält aber der Boden, was enthalten die Stoffe, die man Dünger nennt? Vor der Ausmittelung dieser Fragen kann an eine rationelle Land- und Forstwirthschaft nicht gedacht werden.

Zur vollständigen Lösung dieser Fragen werden die Kräfte und Kenntnisse des Pflanzenphysiologen, des Agronomen und Chemikers in Anspruch genommen.

Die Aufgabe der Cultur ist im Allgemeinen die vortheilhafteste Hervorbringung gewisser Qualitäten, oder eines Maximums an Masse von gewissen Theilen oder Organen verschiedenartiger Pflanzen, sie wird gelöst durch die Anwendung der Kenntniß derjenigen Stoffe, die zur Ausbildung dieser Theile oder Organe unentbehrlich sind, oder der zur Hervorbringung dieser Qualitäten erforderlichen Bedingungen.

Die Gesetze einer rationellen Cultur müssen uns in den

Stand ſetzen, einer jeden Pflanze dasjenige zu geben, was ſie zur Erreichung ihrer Zwecke vorzugsweiſe bedarf.

Die Cultur beabſichtigt im Beſonderen eine abnorme Entwickelung und Erzeugung von gewiſſen Pflanzentheilen oder Pflanzenſtoffen, die zur Ernährung der Thiere und Menſchen, oder für die Zwecke der Induſtrie verwendet werden.

Je nach dieſen Zwecken ändern ſich die Mittel, welche zu ihrer Ernährung dienen.

Die Mittel, welche die Cultur anwendet, um feines, weiches, biegſames Stroh für Florentiner-Hüte zu erzeugen, ſind denen völlig entgegengeſetzt, die man wählen muß, um ein Maximum von Samen durch die nämliche Pflanze hervorzubringen. Ein Maximum von Stickſtoff in dieſen Samen bedarf wieder der Erfüllung anderer Bedingungen, man hat wieder andere zu berückſichtigen, wenn man dem Halme die Stärke und Feſtigkeit geben will, der er bedarf, um das Gewicht der Aehre zu tragen.

Man verfährt in der Cultur der Gewächſe auf eine ganz ähnliche Weiſe wie bei den Thieren, die man mäſten will; das Fleiſch der Hirſche, Rehe, überhaupt der wilden Thiere iſt gewöhnlich wie das Muskelfleiſch der Araber vollkommen fettlos, ſie enthalten nur geringe Mengen davon. Die Production von Fett und Fleiſch kann geſteigert werden, alle Hausthiere ſind reich an Fett. Wir geben den Thieren Nahrungsmittel, welche die Thätigkeit gewiſſer Organe erhöhen und einer Metamorphoſe in Fett fähig ſind. Wir ſteigern die Quantität der Nahrungsſtoffe, oder wir vermindern durch Mangel an Bewegung den Reſpirationsproceß und die Exhalationsproceſſe.

Eine Erhöhung oder Verminderung der Lebensthätigkeit iſt bei den Vegetabilien allein abhängig von Wärme und

Sonnenlicht, über die wir nicht willkürlich verfügen können; es bleibt uns nur die Zuführung von Stoffen gestattet, welche geeignet sind, durch die vorhandene Thätigkeit von den Organen der Pflanzen assimilirt zu werden.

Welche sind nun zuletzt diese Stoffe?

Sie sind leicht durch eine Untersuchung eines Bodens zu ermitteln, welcher unter den gegebenen kosmischen und atmosphärischen Bedingungen unter allen Umständen fruchtbar ist; es ist klar, daß die Kenntniß seiner Beschaffenheit und Zusammensetzung uns in den Stand setzen muß, die Bedingungen zu ermitteln, unter welchen ein starker Boden fruchtbar wird.

Die Ausmittelung der Bedingungen, die in seiner Beschaffenheit liegen, gehört dem Agronomen an, die seiner Zusammensetzung hat der Chemiker zu lösen. Von der letztern kann allein nur die Rede sein.

Die Ackererde ist durch die Verwitterung von Felsarten entstanden, von den vorwaltenden Bestandtheilen dieser Felsart sind ihre Eigenschaften abhängig. Mit Sand, Kalk und Thon bezeichnen wir diese vorwaltenden Bestandtheile der Bodenarten.

Reiner Sand, reiner Kalkstein, in denen außer Kieselsäure, oder kohlensaurem, oder kieselsaurem Kalk andere anorganische Bestandtheile fehlen, sind absolut unfruchtbar.

Von fruchtbarem Boden macht aber unter allen Umständen der Thon einen nie fehlenden Bestandtheil aus.

Wo stammt nun der Thon der Ackererde her? welches sind die Bestandtheile desselben, welche Antheil an der Vegetation nehmen?

Der Thon stammt von der Verwitterung thonerdehaltiger Mineralien, unter denen die verschiedenen Feldspathe, der

(gewöhnliche) Kalifeldspath, der Natronfeldspath (Albit), der Kalkfeldspath (Labrador), Glimmer und Zeolithe die verbreitetsten unter denen sind, welche verwittern.

Diese Mineralien sind Gemengtheile des Granits, Gneußes, Glimmerschiefers, Porphyrs, Thonschiefers, der Grauwacke, der vulkanischen Gebirgsarten, des Basalts, Klingsteins, der Lava.

Als die äußersten Glieder der Grauwacke haben wir reinen Quarz, Thonschiefer und Kalk, bei den Sandsteinen Quarz und Letten. In dem Uebergangskalke, in den Dolomiten haben wir Einmengungen von Thon, von Feldspath, Feldsteinporphyr, Thonschiefer; der Zechstein ist ausgezeichnet durch seinen Thongehalt. Der Jurakalk enthält 3 — 20, in der würtembergischen Alp 45 — 50 p. c. Thon. Der Muschel- und Grobkalk ist mehr oder weniger reich an Thon.

Man beobachtet leicht, daß die thonerdehaltigen Fossilien die verbreitetsten an der Erdoberfläche sind; wie schon erwähnt, fehlt der Thon niemals im fruchtbaren, und nur dann im culturfähigen Lande, wenn gewisse Bestandtheile desselben durch andere Quellen ersetzt sich finden. In dem Thone muß an und für sich eine Ursache vorhanden sein, welche Einfluß auf das Leben der Pflanze ausübt, welche directen Antheil an ihrer Entwickelung nimmt.

Diese Ursache ist sein Gehalt an Alkalien, alkalischen Erden, an phosphorsauren und schwefelsauren Salzen.

Die Thonerde nimmt an der Vegetation nur indirect, durch ihre Fähigkeit, Wasser und Ammoniak anzuziehen und zurückzuhalten, Antheil; nur in höchst seltenen Fällen findet sich Thonerde in den Pflanzenaschen, in sehr vielen findet sich aber Kieselerde, welche in den meisten Fäl-

len nur durch Vermittelung von Alkalien in die Pflanze gelangt *).

Um sich einen bestimmten Begriff von dem Gehalte des Thons an Alkalien zu machen, muß man sich erinnern, daß der Feldspath 17¾ p. c. Kali, der Albit 11,43 Natron, der Glimmer 3—5 p. c., die Zeolithe zusammen 13—16 p. c. an Alkalien enthalten **).

Aus den zuverlässigen Analysen von Ch. Gmelin, Löwe, Fricke, Meyer, Redtenbacher weiß man, daß die Klingsteine, Basalte zwischen ¾ bis 3 p. c. Kali und 5—7 p. c. Natron, der Thonschiefer 2,75—3,31 Kali, daß der Letten 1½—4 p. c. Kali enthält.

Berechnet man bei Zugrundelegung des specifischen Gewichtes, wie viel Kali eine Bodenschicht enthält, welche aus der Verwitterung eines Morgens (2500 □Meter) einer 20 Zoll dicken Lage einer dieser Felsarten entstanden ist, so ergiebt sich, daß diese Bodenschicht an Kali enthält:

aus Feldspath entstanden	1,152000 Pfd.
aus Klingstein	200000—400000 »
aus Basalt	47500— 75000 »
aus Thonschiefer	100000—200000 »
aus Letten	87000—300000 »

Die Alkalien (Kali oder Natron) fehlen in keinem Thone; in allen Thonarten, die man auf Alkalien untersucht hat, sind diese Bestandtheile gefunden worden: in dem Thone

*) Thonerdehydrat, dem Humusextracte beigemischt, entzieht diesem augenblicklich alle färbende Materie und macht sie unauflöslich (Wiegmann und Polstorf, S. 54).

**) Alle Kalifeldspathe enthalten nach neueren Untersuchungen Natron, alle Natronfeldspathe enthalten gleichzeitig Kali.

der Uebergangsgebirge des Flötzgebirges, sowie in den jüngsten Bildungen der Umgebungen von Berlin kann man durch bloßes Eintrocknen mit Schwefelsäure, durch die Bildung von Alaun (nach Mitscherlich) den Kaligehalt nachweisen, und allen Alaun-Fabrikanten ist es wohl bekannt, daß alle ihre Laugen eine gewisse Quantität Alaun fertig gebildet enthalten, dessen Kali aus der thonreichen Asche der Braun- und Steinkohlen herrührt.

Ein Tausendtheil Letten, dem Quarz im bunten Sandsteine oder dem Kalke in den verschiedenen Kalkformationen beigemengt, giebt einem Boden von nur 20 Zoll Tiefe so viel Kali, daß ein Fichtenwald auf diesem Boden ein ganzes Jahrhundert lang damit versehen werden kann.

Ein einziger Cubikfuß Feldspath kann eine Waldfläche mit Laubholz von 2500 □Meter Fläche 5 Jahre lang mit Kali versehen.

Ein Boden, welcher ein Maximum von Fruchtbarkeit besitzt, enthält den Thon gemengt mit anderen verwitterten Gesteinen, mit Kalk und Sand in einem solchen Verhältnisse, daß er der Luft und Feuchtigkeit bis zu einem gewissen Grade leichten Eingang verstattet.

Der Boden in der Nähe und Umgebung des Vesuvs läßt sich als der Typus der fruchtbarsten Bodenarten betrachten; je nach dem Verhältnisse, als der Thon oder Sand darin zu- oder abnimmt, verringert sich der Grad seiner Fruchtbarkeit.

Dieser aus verwitterter Lava entstandene Boden kann seinem Ursprunge nach nicht die kleinste Spur einer vegetabilischen Materie enthalten; Jedermann weiß, daß, wenn die vulkanische Asche eine Zeitlang der Luft und dem Ein-

fluſſe der Feuchtigkeit ausgeſetzt geweſen iſt, alle Vegetabilien darin in der größten Ueppigkeit und Fülle gedeihen.

Die Bedingungen dieſer Fruchtbarkeit ſind nun die darin enthaltenen Alkalien, alkaliſchen Baſen und die Kieſelerde, welche nach und nach durch die Verwitterung die Fähigkeit erlangen, von der Pflanze aufgenommen zu werden. Bei allen Geſteinen und Gebirgsarten ſind Jahrtauſende erforderlich geweſen, um ſie in den Zuſtand der Ackererde überzuführen; die Grenze der Verwitterung des Thons, d. h. die völlige Entziehung alles Alkalis, wird noch eben ſo viele Jahrtauſende erfordern.

Wie wenig das Regenwaſſer aus dem Boden in Jahresfriſt aufzulöſen vermag, ſehen wir an der Zuſammenſetzung des Flußwaſſers, des Waſſers der Bäche und Quellen; es ſind dies gewöhnlich weiche Waſſer, und der nie fehlende Kochſalzgehalt auch der weichſten Waſſer beweiſ't, daß dasjenige an alkaliſchen Salzen, was durch Flüſſe und Ströme dem Meere zufließt, durch Seewinde und Regen dem Lande wieder zurückgebracht wird.

Denken wir uns einen Boden, der aus den Beſtandtheilen des Granits, der Grauwacke, des Zechſteins, Porphyrs ꝛc. durch Verwitterung entſtanden iſt und auf dem ſeit Jahrtauſenden die Vegetation nicht gewechſelt hat; er wird ein Magazin von Alkalien in einem von den Wurzeln der Pflanze aſſimilirbaren Zuſtande enthalten.

Die ſchönen Verſuche von Struve haben dargethan, daß ein kohlenſäurehaltiges Waſſer die Gebirgsarten, welche Alkalien enthalten, zerlegt, daß es einen Gehalt von kohlenſaurem Alkali empfängt. Es iſt klar, daß die Pflanzen ſelbſt, inſofern ihre Ueberreſte durch Verweſung Kohlenſäure erzeugen, inſofern ihre Wurzeln im lebenden Zuſtande Säu-

ren ausschwitzen, nicht minder kräftig dem Zusammenhange der Gebirgsarten entgegenwirken.

Neben der Einwirkung der Luft, des Wassers und Temperaturwechsels sind die Pflanzen selbst die mächtigsten Ursachen der Verwitterung.

Luft, Wasser, Temperaturwechsel bewirken die Vorbereitung der Felsarten zu ihrer Aufschließung, d. h. zur Auflösung der darin enthaltenen Alkalien durch die Pflanzen.

Auf einem Boden, welcher Jahrhunderte lang allen Ursachen der Verwitterung ausgesetzt gewesen ist, von dem aber die aufgeschlossenen Alkalien nicht fortgeführt wurden, werden alle Vegetabilien, die zu ihrer Entwickelung beträchtliche Mengen Alkalien bedürfen, eine lange Reihe von Jahren hindurch hinreichende Nahrung finden; allein nach und nach muß er erschöpft werden, wenn das Alkali, was ihm entzogen wurde, nicht wieder ersetzt wird; es muß ein Punkt eintreten, wo er von Zeit zu Zeit der Verwitterung wieder ausgesetzt werden muß, um einer neuen Ernte Vorrath von auflösbaren Alkalien zu geben.

So wenig Alkali es auch im Ganzen betragen mag, was die Pflanzen bedürfen, sie kommen ohne dieses Alkali nicht zur Entwickelung; sie können es nicht entbehren.

Nach einem Zeitraume von einem oder mehreren Jahren, während welcher Zeit das Alkali dem Boden nicht entzogen wird, kann man wieder auf eine neue Ernte rechnen.

Die ersten Colonisten fanden in Virginien einen Boden von der obenerwähnten Beschaffenheit vor; ohne Dünger erntete man auf einem und demselben Felde ein ganzes Jahrhundert lang Weizen oder Tabak, und jetzt sieht man ganze Gegenden verlassen und in unfruchtbares Weideland verwandelt, was kein Getreide, keinen Tabak mehr ohne Dünger

hervorbringt. Einem Morgen von dieſem Lande wurden aber in 100 Jahren in den Blättern, dem Korne und Stroh über 1200 Pf. an Alkalien und Salzen mit alkaliſcher Baſis entzogen; er wurde unfruchtbar, weil der aufgeſchloſſene Boden gänzlich ſeines aſſimilirbaren Alkalis beraubt war, und weil dasjenige, was im Zeitraume von einem Jahre durch den Einfluß der Witterung zur Aufſchließung gelangte, nicht hinreichte, um die Bedürfniſſe der Pflanzen zu befriedigen.

In dieſem Zuſtande befindet ſich im Allgemeinen alles Culturland in Europa. Die Brache iſt die Zeit der Verwitterung.

Man giebt ſich einer unbegreiflichen Täuſchung hin, indem man dem Verſchwinden des Humusgehaltes in dieſem Boden zuſchreibt, was eine bloße Folge der Entziehung von Alkalien und gewiſſen Bodenbeſtandtheilen iſt.

Man verſetze ſich in die Umgebungen Neapels, welche bekannt ſind als fruchtbares Getreideland; die Ortſchaften und Dörfer liegen 6—8 Stunden von einander, von Wegen iſt in dieſen Gegenden keine Rede, noch viel weniger von Dünger; ſeit Jahrtauſenden wird auf dieſen Feldern Getreide gezogen, ohne daß dem Boden wiedergegeben wird, was man ihm jährlich nimmt. Wie kann man unter ſolchen Verhältniſſen dem Humus eine Wirkung zuſchreiben, die nach tauſend Jahren noch bemerkbar iſt, dem Humus, von dem man nicht einmal weiß, ob er je ein Beſtandtheil dieſes Bodens war.

Die Methode der Cultur, die man in dieſen Gegenden anwendet, erklärt die Verhältniſſe vollkommen; es iſt in den Augen unſerer Landwirthe die ſchlechteſte von allen, für dieſe Gegenden hingegen die vortheilhafteſte, die man wählen

kann. Man bebauet nämlich das Feld nur von drei zu drei Jahren und läßt es in der Zwischenzeit Viehheerden zu einer spärlichen Weide dienen. Während der zweijährigen Brache hat das Feld keine andere Aenderung erlitten, als daß der Boden den Einflüssen der Witterung ausgesetzt gewesen ist, eine gewisse Menge der darin enthaltenen Alkalien ist wieder in den Zustand der Aufschließbarkeit übergegangen.

Man muß erwägen, daß die Thiere, welche auf diesen Feldern sich ernährt haben, dem Boden nichts gaben, was er nicht vorher besaß. Die Unkrautpflanzen, von denen sie lebten, stammten von diesem Boden, was sie ihm in den Excrementen zurückgaben, mußte jedenfalls weniger betragen, als was sie von ihm empfingen. Durch das Beweiden hat das Feld nichts gewonnen, es hat im Gegentheile von seinen Bestandtheilen verloren.

Als Princip des Feldbaues betrachtet man die Erfahrung, daß sich Weizen nicht mit Weizen verträgt; der Weizen gehört wie der Tabak zu den Pflanzen, welche den Boden erschöpfen.

Wenn aber der Humus dem Boden die Fähigkeit geben kann, Getreide zu erzeugen, woher kommt es denn, daß in dem humusreichen Boden in vielen Gegenden Brasiliens, daß auch in unserm Klima der Weizen in reiner Holzerde nicht gedeiht, daß der Halm keine Stärke erhält und sich frühzeitig umlegt? Es kommt daher, weil die Festigkeit des Halmes von kieselsaurem Kali herrührt, weil das Korn phosphorsaurer Salze bedarf, die ihm der Humusboden nicht liefern kann, indem er keins von beiden enthält, man erhält Kraut, aber keine Frucht.

Woher kommt es denn, daß Weizen nicht auf Sandbo-

den gedeiht, daß der Kalkboden, wenn er nicht eine beträchtliche Menge Thon beigemischt enthält, unfruchtbar für diese Pflanze ist? Es kommt daher, weil es diesen Bodenarten für diese Gewächse an Alkalien und gewissen anderen Mineralbestandtheilen, welche die Pflanze bedarf, fehlt, ohne diese bleiben sie selbst dann in ihrer Entwickelung zurück, wenn ihnen alles andere im Ueberfluß dargeboten wird.

Ist es denn nur Zufall, daß wir auf Gneuß, Glimmerschiefer, auf Granitboden in Baiern, daß wir auf Klingstein in der Rhön, auf Basalt im Vogelsberge, auf Thonschiefer am Rhein und in der Eifel die schönsten Laubholzwaldungen finden, die auf Sandstein und Kalk, worauf Kiefern und Fichten noch gedeihen, nicht mehr fortkommen? Es kommt daher, weil die Blätter des Laubholzes, welche jährlich sich erneuern, zu ihrer Entwickelung 6- bis 10fache Menge Alkali erfordern. Sie finden auf kaliarmem Boden das Alkali nicht vor, ohne welches sie nicht zur Ausbildung gelangen *).

Wenn auf Sandstein und Kalkboden Laubholz vorkommt, wenn wir die Rothbuche, den Vogelbeerbaum, die wilde Süßkirsche auf Kalk üppig gedeihen sehen, so kann man mit Gewißheit darauf rechnen, daß in dem Boden eine Bedingung ihres Lebens, nämlich die Alkalien, nicht fehlen.

Kann es auffallend sein, daß nach dem Abbrennen von Nadelholzwaldungen in Amerika, durch welche der Boden das in Jahrhunderten gesammelte Alkali empfängt, Laubholz gedeiht, daß Spartium scoparium, Erysimum latifolium,

*) 1000 Theile trockner Eichenblätter geben 55 Theile Asche, worin sich 24 Theile lösliche Alkalien befinden; dieselbe Quantität Fichtenblätter giebt nur 29 Theile Asche, welche 4,6 Theile lösliche Salze enthält (Sauſſure).

Blitum capitatum, Senetio viscosus, lauter Pflanzen, welche eine an Alkali höchst reiche Asche geben, auf Brandstätten in üppiger Fülle emporsprossen?

Alle Grasarten bedürfen des kieselsauren Kalis; es ist kieselsaures Kali, was beim Wässern der Wiesen dem Boden zugeführt, was in dem Boden aufgeschlossen wird; in Gräben und in kleinen Bächen, an Stellen, wo durch den Wechsel des Wassers die aufgelöst'te Kieselerde sich unaufhörlich erneuert, auf kalireichem Letten- und Thonboden, in Sümpfen gedeihen die Equisetaceen, die Schilf- und Rohrarten, welche so große Mengen Kieselerde oder kieselsaures Kali enthalten, in der größten Ueppigkeit.

Die Menge von kieselsaurem Kali, welches in der Form von Heu den Wiesen jährlich genommen wird, ist sehr beträchtlich. Man darf sich nur an die zusammengeschmolzene glasartige Masse erinnern, die man nach einem Gewitter zwischen Mannheim und Heidelberg auf einer Wiese fand und für einen Meteorstein hielt; es war, wie die Untersuchung ergab, kieselsaures Kali; der Blitz hatte in einen Heuhaufen eingeschlagen, an dessen Stelle man nichts weiter als die zusammengeflossene Asche des Heues fand.

Die Alkalien und alkalischen Erden sind aber für die meisten Gewächse nicht die einzigen Bedingungen ihrer Existenz; sie reichen allein nicht hin, um das Leben der Pflanzen zu unterhalten.

In einer jeden bis jetzt untersuchten Pflanzenasche fand man Phosphorsäure, gebunden an Alkalien und alkalische Erden; der Weizen-, Roggen-, Maissamen, die Erbsen, Bohnen, Linsen geben nach dem Verbrennen eine Asche, welche keine Spur Kohlensäure, sondern außer geringen Mengen

ſchwefelſaurer Salze und Chlormetallen nur phosphorſaure Salze enthält.

Die Phosphorſäure wird aus dem Boden von der Pflanze aufgenommen, alles culturfähige Land, ſelbſt die Lüneburger Haide, enthält beſtimmbare Mengen davon. In allen auf Phosphorſäure unterſuchten Mineralgewäſſern hat man gewiſſe Quantitäten davon entdeckt; wo ſie nicht gefunden worden iſt, hat man ſie nicht aufgeſucht. Die der Oberfläche der Erde am nächſten liegenden Schichten von Schwefelbleilagern enthalten kryſtalliſirtes phosphorſaures Bleioxyd (Grünbleierz); der Kieſelſchiefer, welcher große Lager bildet, findet ſich an vielen Orten bedeckt mit Kryſtallen von phosphorſaurer Thonerde (Wawellit); alle Bruchflächen ſind damit überzogen.

Der Apatit (phosphorſaurer Kalk, von gleicher Zuſammenſetzung mit der Knochenerde) findet ſich in jeder fruchtbaren Ackererde, in kryſtalliniſcher Geſtalt deutlich erkennbar, auf Gängen (beſonders Erzgängen), wie auch im Gebirgsgeſtein eingewachſen.

Er findet ſich auf dieſe Weiſe in plutoniſchen und vulkaniſchen, wie auch in den metamorphiſchen und neptuniſchen Gebirgsarten, immer nur als zufälliger Gemengtheil und gewöhnlich nicht in großer Menge. In den plutoniſchen und vulkaniſchen Gebirgsarten findet er ſich in dem Granite, z. B. des Erzgebirges bei Johann Georgenſtadt, Schneeberg ꝛc., der Geſchiebe bei Berlin ꝛc., im Syenit z. B. von Meißen in kleinen, und in dem von Friedrichswärn im ſüdl. Norwegen in größeren Kryſtallen; im Hyperſthenfeld z. B. von Elfdalen in Schweden, in dem Nephelinfels in feinen nadelförmigen Kryſtallen, aber oft in großer Menge zu Meiches im Vogelsgebirge, am Löbauer

Berge in Sachſen, Tuhlowitz in Böhmen ꝛc.; im Baſalt und anderen vulkaniſchen Geſteinen, z. B. am Wickenſtein in Schleſien, Hamberge im Paderbornſchen und am Cabo de Gata in Spanien, in den vulkaniſchen Bomben des Laacher Sees ꝛc. ꝛc.

In den metamorphiſchen Geſteinen findet er ſich beſonders im Talk- und Chloritſchiefer in großen gelben durchſichtigen Kryſtallen (Spargelſtein), im Glimmerſchiefer von Snarum im ſüdlichen Norwegen; auf den Kalklagern von Pargas in Finnland und am Baikal-See auf dem Magneteiſenſteinlager von Arendal und anderen Orten in Norwegen und Schweden.

In dem neptuniſchen Gebirge findet er ſich beſonders in der Kreide in rundlichen Stücken und Körnern, z. B. beim Cap la Hêve bei Havre, bei den Caps Blancnez und Grisnez bei Calais ꝛc., ebenſo im Flötzkalkſtein des Erzberges bei Amberg u. ſ. w. (Guſtav Roſe).

Das Waſſer der Kaiſerquelle zu Aachen enthält in einem Pfunde 0,142 gr. phosphorſaures Natron (Monheim), die Quirinusquelle enthält eine gleiche Menge, die Roſenquelle enthält 0,133 deſſelben Salzes. Die Sprudelquelle zu Karlsbad enthält 0,0016 gr. phosphorſauren Kalk (Berzelius). Die Ferdinandsquelle enthält 0,010 phosphorſaures Natron (Wolf). Die Salzquelle zu Pyrmont enthält 0,022 phosphorſaures Kali, 0,075 phosphorſauren Kalk, 0,1249 gr. phosphorſaure Thonerde (Krüger). Wenn man erwägt, daß das Seewaſſer phosphorſauren Kalk (Clemm), wiewohl in ſo kleiner Menge enthält, daß ſie in einem Pfunde Waſſer nicht beſtimmbar iſt, daß deſſenungeachtet alle in dem Meere lebenden Thiere die phosphorſauren Salze, welche Beſtandtheile ihrer Knochen und ihres Fleiſches ſind,

aus diesem Medium empfangen, so muß der Gehalt an phosphorsauren Salzen in den erwähnten Mineralquellen ungewöhnlich groß erscheinen. Es läßt sich berechnen, daß das Wasser der Sprudelquelle in Karlsbad auf seinem Wege durch die Gebirgsschichten viele tausend Pfunde phosphorsauren Kalk daraus aufnimmt.

Die Art und Weise, in welcher phosphorsaure Erdsalze, und namentlich der phosphorsaure Kalk, die Fähigkeit erlangt, von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen zu werden, läßt sich durch sehr einfache Versuche darthun.

Der phosphorsaure Kalk ist nämlich in reinem Wasser nicht löslich, allein er lös't sich leicht in einem Wasser, welches Kochsalz oder ein Ammoniaksalz enthält. Im Wasser, welches schwefelsaures Ammoniak enthält, lös't er sich so leicht auf wie Gyps.

Der phosphorsaure Kalk wird ferner mit Leichtigkeit vom Wasser aufgenommen, welches Kohlensäure enthält, er verhält sich gegen dieses Lösungsmittel ähnlich wie der kohlensaure Kalk.

Aus dem Boden gelangt die Phosphorsäure in die Samen, Blätter und Wurzeln der Pflanzen, aus diesen in den Organismus der Thiere, indem sie zur Bildung der Knochen, der phosphorhaltigen Bestandtheile des Gehirns verwendet wird.

Man kann sich eine Vorstellung von dem Gehalte an phosphorsaurer Bittererde in dem Getreide machen, wenn man sich erinnert, daß die Steine in dem Blinddarme von Pferden, die sich von Heu und Hafer nähren, aus phosphorsaurer Bittererde und Ammoniak bestehen. Aus dem Mastdarme eines Müllerpferdes in Eberstadt wurden nach seinem Tode 29 Steine genommen, die zusammen über 3 Pfd. wogen, und Dr. Fr. Simon beschrieb vor Kurzem einen Stein

von einem Fuhrmannspferde, dessen Gewicht 47½ Loth (über 700 Grammen) betrug.

Außer Kieselsäure, den Alkalien, alkalischen Erden, Schwefelsäure und Phosphorsäure, die unter keinerlei Umständen in den Culturpflanzen fehlen, nehmen die Vegetabilien aus dem Boden noch fremde Stoffe, Salze auf, von denen man voraussetzen darf, daß sie die ebengenannten zum Theil wenigstens in ihren Wirkungen ersetzen; in dieser Form kann man bei manchen Pflanzen Kochsalz, Salpeter, Chlorkalium und andere als nothwendige Bestandtheile betrachten.

Der Thonschiefer enthält meistens Einmischungen von Kupferoxyd, der Glimmerboden enthält Fluormetalle. Von diesen Bestandtheilen gehen geringe Mengen in den Organismus der Pflanze über, ohne daß sich behaupten läßt, sie seien ihr nothwendig.

In gewissen Fällen scheint das Fluorcalcium den phosphorsauren Kalk in den Knochen und Zähnen vertreten zu können, es läßt sich sonst wenigstens nicht erklären, woher es kommt, daß die nie fehlende Gegenwart derselben in den Knochen der antediluvianischen Thiere als Mittel dienen kann, um sie von Knochen aus späteren Perioden zu unterscheiden; die Schädelknochen von Menschen aus Pompeji sind eben so reich an Flußsäure, wie die der vorweltlichen Thiere. Werden sie gepulvert in einem verschließbaren Glasgefäße mit Schwefelsäure übergossen, so findet sich dieses auf der Innenseite nach 24 Stunden auf's heftigste corrodirt (J. L.), während die Knochen und Zähne der jetzt lebenden Thiere nur Spuren davon enthalten (Berzelius).

Es ist vollkommen gewiß, daß im Frühlinge und in der ersten Hälfte des Sommers, wo der Boden noch mit Was-

dauernde Regengüsse durchnäßt wird, und wenn auf diese wieder trocknes Wetter erfolgt.

Durch die eintretende stärkere Verdunstung gelangt mit dem durch die Wurzeln aufgesaugten Wasser eine weit größere Menge von Salzen in die Pflanze, als sie verwenden kann. Diese Salze effloresciren an der Oberfläche der Blätter und wirken, wenn sie krautartig und saftig sind, ganz ähnlich auf sie ein, wie wenn man sie mit Salzauflösungen begossen hätte, von einem größern Salzgehalte, als ihr Organismus verträgt. Von zwei Pflanzen gleicher Art trifft diese Krankheit namentlich die, welche ihrer vollendeten Ausbildung am nächsten steht; ist die eine Pflanze später gepflanzt, oder ist sie in ihrer Entwickelung weiter zurückgeblieben, so tragen die nämlichen Ursachen, welche auf die anderen schädlich einwirken, dazu bei, um ihre eigene Entwickelung zu befördern.

Der Keim, welcher aus der Erde, das Blatt, was aus der Knospe hervorbricht, der junge Halm, die grüne Sprosse, enthalten stets eine weit größere Menge von Salzen mit alkalischen Basen, sie geben eine an Alkalien weit reichere Asche als der ausgebildete Pflanzentheil. Die Blätter, von welchen aus die Aufnahme und Zerlegung der Kohlensäure vor sich geht, sind unter allen Umständen weit reicher an Mineralsubstanzen als die übrigen Pflanzentheile.

Die einfache Thatsache, daß die Entwickelung der Pflanze gehemmt ist, wenn es an Regen und damit an Zufuhr alkalischer Basen fehlt, beweis't, daß diese Alkalien eine höchst wichtige Rolle in der Vegetation spielen. Wenn de Sausure fand, daß die Weizenpflanze vor der Blüthe $^{70}/_{1000}$, in der Blüthe $^{54}/_{10000}$ und mit reifem Samen nur die Hälfte an Aschenbestandtheilen lieferte, so läßt sich sicher hieraus nicht

schließen, daß die in der jungen, in der Entwickelung begriffenen Pflanze enthaltenen Bodenbestandtheile in den Boden zurückgekehrt sind. Bei gleichen Gewichten lieferte die junge Pflanze doppelt so viel Asche als die völlig ausgebildete, was offenbar nur daher rührt, weil zu der in der erstern schon vorhandenen Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Stickstoff-Menge neue Quantitäten dieser organischen Bestandtheile hinzugekommen sind. Die Aschenbestandtheile sind in der Pflanze unverändert geblieben, nur ihr relatives Verhältniß zu den anderen hat sich geändert, der Kohlenstoff, Wasserstoff- und Stickstoffgehalt ist größer geworden.

Mit einer der Gewißheit nahen Wahrscheinlichkeit läßt sich annehmen, daß die Alkalien in dem Weinstocke, in der Kartoffel-, Rübenpflanze, die wir mit Weinsäure, Oxalsäure, Aepfelsäure, Citronensäure verbunden im Safte finden, der Pflanze wegen und nicht zu dem Zwecke da sind, um als neutrale oder -saure Salze in den Apotheken oder in der Haushaltung verbraucht zu werden.

Diese organischen Säuren müssen für die Erzeugung gewisser Bestandtheile in der Pflanze nothwendig sein.

Wir sind zu dem Schlusse gekommen, daß der Kohlenstoff aller Theile der Pflanze von der Kohlensäure stammt. Die Weinsäure, Oxalsäure, Citronensäure ꝛc. erhielten ihren Kohlenstoff also ebenfalls von der Kohlensäure.

Ist es nun denkbar, kann man fragen, daß der Kohlenstoff der Kohlensäure direct und unmittelbar mit Wasserstoff aus Wasser, sich zu Zucker, zu Amylon, zu Holzfaser, zu Harz, Wachs, Terpenthinöl vereinigt? Ist es nicht weit wahrscheinlicher, daß der Uebergang des Kohlenstoffs der Kohlensäure zu einem Bestandtheile der Pflanze allmälig geschieht, daß mit dem Hinzutreten der Bestandtheile des

Wassers sich aus der Kohlensäure eine an Sauerstoff immer ärmere Verbindung bildet, daß ihr Kohlenstoff zuerst die Form von Oxalsäure, Weinsäure oder irgend einer andern organischen Säure annimmt, ehe er in Zucker, Amylon, Holzfaser übergeht?

Nach dieser Vorstellung erklärt sich die Nothwendigkeit der alkalischen Basen zum Leben und Gedeihen der Pflanze auf eine einfache und ungezwungene Weise, denn sie würden zu dem bestimmten Zwecke vorhanden sein, um den Uebergang der Kohlensäure in einen lebendigen Pflanzentheil zu vermitteln. Die kleinsten Theilchen des Zuckers, der organischen Säuren folgen von der Pflanze getrennt ihren eigenen Anziehungen; indem sie Krystalle bilden, folgen sie der in ihnen thätigen Cohäsionskraft, ihr Kohlenstoff ist fähig, zu einem Bestandtheile eines lebendigen Organs zu werden, allein Zucker und Weinsäure, obwohl durch die Mitwirkung vitaler Thätigkeiten erzeugt, besitzen für sich selbst keine vitalen Functionen.

Die Brache ist, wie sich aus dem Vorhergehenden ergiebt, die Periode der Cultur, wo man das Land einer fortschreitenden Verwitterung vermittelst des Einflusses der Atmosphäre überläßt, in der Weise, daß eine gewisse Quantität Alkali und Kieselsäure wieder fähig gemacht wird, von einer Pflanze aufgenommen zu werden.

Es ist klar, daß die sorgfältige Bearbeitung des Brachlandes seine Verwitterung beschleunigt und vergrößert; für den Zweck der Cultur ist es völlig gleichgültig, ob man das Land mit Unkraut sich bedecken läßt, oder ob man eine Pflanze darauf baut, welche dem Boden das aufgeschlossene alkalische Silicat nicht entzieht.

Die Brache.

Die Landwirthschaft ist eine Kunst und eine Wissenschaft. Die wissenschaftliche Grundlage derselben umfaßt die Kenntniß aller Bedingungen des Lebens der Vegetabilien, des Ursprungs ihrer Elemente und der Quelle ihrer Nahrung.

Aus dieser Kenntniß entwickeln sich bestimmte Regeln für die Ausübung der Kunst, Grundsätze der Nothwendigkeit oder Nützlichkeit aller mechanischen Operationen des Feldbaues, welche das Gedeihen der Gewächse vorbereiten und befördern und die auf sie einwirkenden schädlichen Einflüsse beseitigen.

Keine in der Ausübung dieser Kunst gemachte Erfahrung kann im Widerspruche stehen mit den wissenschaftlichen Principien, eben weil diese, aus allen Beobachtungen zusammengenommen abgeleitet, nur ein geistiger Ausdruck dafür sind.

Die Theorie kann keiner Erfahrung widersprechen, eben weil sie nichts anderes ist als die Zurückführung einer Reihe von Erscheinungen auf ihre letzten Ursachen.

Ein Feld, auf dem wir eine Anzahl von Jahren hintereinander die nämliche Pflanze cultiviren, wird in drei, ein anderes in 7, ein anderes in 20, ein anderes erst in 100 Jahren unfruchtbar für die nämliche Pflanze. Das eine Feld trägt Weizen, keine Bohnen, es trägt Rüben, aber keinen Tabak, ein drittes giebt reichliche Ernten von Rüben, aber keinen Klee.

Was ist der Grund, daß der Acker für eine und dieselbe Pflanze nach und nach seine Fruchtbarkeit verliert? Was ist der Grund, daß die eine Pflanzengattung darauf gedeiht, daß die andere darauf fehlschlägt?

Diese Fragen stellt die Wissenschaft.

Welche Mittel sind nothwendig, um dem Acker seine Fruchtbarkeit für eine und dieselbe Pflanze zu erhalten? um ihn für zwei, für drei, für alle Culturpflanzen fruchtbar zu machen?

Diese letzteren Fragen stellt sich die Kunst, sie sind aber nicht lösbar durch die Kunst.

Wenn der Landwirth, ohne durch ein richtiges wissenschaftliches Princip geleitet zu sein, sich Versuchen hingiebt, um einen Acker für eine Pflanze fruchtbar zu machen, die er sonst nicht trägt, so ist die Aussicht auf Erfolg nur gering. Tausende von Landwirthen stellen ähnliche Versuche nach mannigfaltigen Richtungen an, deren Resultat zuletzt eine Anzahl von praktischen Erfahrungen umfaßt, welche zusammen eine Methode der Cultur bilden, wodurch der gesuchte Zweck für eine gewisse Gegend erreicht wird. Allein die nämliche Methode schlägt für den nächsten Nachbar schon fehl, sie hört auf, für eine zweite und dritte Gegend vortheilhaft zu sein.

Welche Masse von Kapital und Kraft geht in diesen Experimenten verloren! Wie ganz anders, wie viel sicherer ist der Weg, den die Wissenschaft befolgt, er setzt uns, wenn wir ihn betreten, nicht der Gefahr des Mißlingens aus und gewährt uns alle Bürgschaften des Gewinns.

Ist die Ursache des Fehlschlagens, die Ursache der Unfruchtbarkeit des Bodens für eine, für zwei, für die dritte

Pflanze ermittelt, so ergeben sich die Mittel zur Beseitigung von selbst.

Die bestimmtesten Beobachtungen beweisen, daß die Culturmethoden je nach der geognostischen Beschaffenheit des Bodens von einander abweichen. Denken wir uns in dem Basalt, Grauwacke, Porphyr, Sandstein, Kalk ꝛc. eine gewisse Anzahl chemischer Verbindungen in wechselnden Verhältnissen enthalten, welche, für die Pflanzen zu ihrem Gedeihen unentbehrlich, der fruchtbare Boden ihnen darbieten muß, so erklärt sich die Verschiedenheit der Culturmethoden auf eine höchst einfache Weise; denn es ist klar, daß der Gehalt der Ackererde an diesen so wichtigen Bestandtheilen in eben dem Grade, wie die Zusammensetzung der Felsarten, durch deren Verwitterung sie entstanden ist, wechseln muß.

Die Weizenpflanze, der Klee, die Rüben bedürfen gewisser Bestandtheile aus dem Boden, sie gedeihen nicht in einer Erde, in welcher sie fehlen. Die Wissenschaft lehrt uns aus der Untersuchung ihrer Asche diese Bestandtheile kennen, und wenn uns die Analyse eines Bodens zeigt, daß sie darin fehlen, so ist die Ursache seiner Unfruchtbarkeit ermittelt.

Die Beseitigung dieser Unfruchtbarkeit ist damit aber gegeben.

Die Empirie schreibt allen Erfolg, der Kunst, den mechanischen Operationen des Feldbaues zu, sie legt ihnen den höchsten Werth bei, ohne darnach zu fragen, auf welchen Ursachen ihr Nutzen beruht, und doch ist diese Kenntniß von der höchsten Wichtigkeit, weil sie die Verwendung der Kraft und des Kapitals auf die vortheilhafteste Weise regelt und jeder Verschwendung derselben vorbeugt. Ist es denkbar, daß der Durchgang der Pflugschaar, der Egge durch die Erde, daß die Berührung des Eisens dem Boden wie durch einen

Zauber Fruchtbarkeit ertheilt! Niemand wird diese Meinung hegen, und dennoch ist diese Frage in der Agricultur noch nicht aufgestellt, wie viel weniger gelöst; gewiß ist es beim sorgfältigen Pflügen nur die weitgetriebene mechanische Zertheilung, der Wechsel und die Vergrößerung der Oberfläche, durch welche der günstige Einfluß ausgeübt wird; aber die mechanische Operation ist nur Mittel zum Zwecke.

Unter den Wirkungen der Zeit, im Besondern in der Landwirthschaft, in dem Brachliegen, dem Ausruhen des Feldes, begreift man in der Naturwissenschaft gewisse chemische Actionen, welche unausgesetzt ausgeübt werden durch die Bestandtheile der Atmosphäre auf die Oberfläche der festen Erdrinde. Es ist die Kohlensäure, der Sauerstoff der Luft, die Feuchtigkeit, das Regenwasser, durch deren Einwirkung gewisse Bestandtheile der Fels- und Gebirgsarten, oder ihre Trümmer, welche die Ackererde bilden, die Fähigkeit empfangen, sich im Wasser zu lösen; welche in Folge ihrer Auflösung sich von den nicht lösbaren trennen.

Man weiß, daß diese chemischen Actionen den Begriff von dem Zahn der Zeit in sich fassen, welcher die Werke der Menschen vernichtet und den härtesten Felsen nach und nach in Staub verwandelt; durch ihren Einfluß werden in der Ackererde gewisse Bestandtheile des Bodens für die Pflanzen assimilirbar, und es ist nun gerade dieser Zweck, welcher durch die mechanischen Operationen des Feldbaues erreicht werden soll. Sie sollen die Verwitterung beschleunigen und damit einer neuen Generation von Pflanzen die ihnen nöthigen Bodenbestandtheile in dem zur Aufnahme geeigneten Zustande darbieten. Es ist einleuchtend, daß die Schnelligkeit des Löslichwerdens eines festen Körpers zunehmen muß mit seiner Oberfläche, je mehr Puncte wir in der

gegebenen Zeit den einwirkenden Thätigkeiten darbieten, desto rascher wird die Verbindung vor sich gehen.

Um in der Analyse ein Mineral aufzuschließen, um seinen Bestandtheilen Löslichkeit zu geben, muß sich der Chemiker der ermüdendsten, langweiligsten und sehr schwierigen Operation der Verwandlung desselben in das feinste Pulver hingeben; durch Schlämmen scheidet er den feinsten Staub von den gröberen Theilen ab, er setzt seine Geduld auf alle möglichen Proben, weil er weiß, die Aufschließung ist nicht vollkommen, seine ganze Operation mißlingt, wenn er in den Vorbereitungen minder aufmerksam verfährt.

Welchen Einfluß die Vergrößerung der Oberfläche eines Steins auf seine Verwitterbarkeit ausübt, auf die Veränderungen nämlich, die er durch die Actionen der Bestandtheile der Atmosphäre und des Wassers erfährt, läßt sich in den Goldbergwerken zu Yaquil in Chili, welche Darwin auf eine so interessante Art beschreibt, in einem großen Maßstabe beobachten.

Das goldführende Gestein wird auf Mühlen in das feinste Pulver verwandelt und die leichteren Steintheile von den Metalltheilchen durch einen Schlämmproceß geschieden. Durch den Wasserstrom werden die Steintheilchen hinweggeführt, die Goldtheilchen fallen zu Boden. Der abfließende Schlamm wird in Teiche geleitet, wo er in der Ruhe sich wieder absetzt. Wenn der Teich sich nach und nach damit anfüllt, wird der Schlamm herausgezogen und auf Haufen sich selbst, d. h. der Wirkung der Luft und Feuchtigkeit überlassen. Nach der Natur des Waschprocesses, dem es unterworfen worden war, kann dieses feinzertheilte Gestein keinen löslichen Bestandtheil, keine Salztheile, mehr enthalten. Mit dem Wasser bedeckt, also beim Abschlusse der Luft, auf dem

Boden des Teiches erlitt es keine Veränderung, allein der Luft und Feuchtigkeit gleichzeitig ausgesetzt, stellt sich eine mächtige chemische Action in dem Haufen ein, die sich durch Auswitterung reichlicher Salz-Efflorescenzen, welche die Oberfläche bedecken, zu erkennen giebt.

Nach einer zwei- bis dreijährigen Aussetzung wird der Schlämmproceß mit diesem hart gewordenen Schlamme wiederholt und so sechs- bis siebenmal, wo man stets, wiewohl in abnehmendem Verhältnisse, neue Quantitäten Gold daraus gewinnt, welche durch den chemischen Proceß der Verwitterung bloßgelegt, d. h. ausscheidbar wurden.

Es ist dies die nämliche chemische Action, die in der Ackererde vor sich geht, die wir durch die mechanischen Operationen des Feldbaues steigern und beschleunigen. Wir erneuern die Oberfläche und suchen jeden Theil der Ackerkrume der Wirkung der Kohlensäure und des Sauerstoffs zugänglich zu machen. Wir schaffen einen Vorrath löslicher Mineralsubstanzen, welche der neuen Generation von Pflanzen zur Nahrung, zum Gedeihen unentbehrlich sind.

Alle Cultur-Pflanzen bedürfen der Alkalien, der alkalischen Erden, eine jede in einem gewissen Verhältnisse von dem einen oder dem andern; die Getreidearten gedeihen nicht, wenn in dem Boden Kieselerde im löslichen Zustande mangelt.

Die in der Natur vorkommenden Silicate unterscheiden sich durch die größere oder geringere Verwitterbarkeit, durch den ungleichen Widerstand, den ihre Bestandtheile der auflösenden Kraft der atmosphärischen Agentien entgegensetzen, sehr wesentlich von einander. Der Granit von Korsica, der Feldspath von Karlsbad zerfällt zu Pulver in einer Zeit, wo der polirte Granit der Bergstraße seinen Glanz noch nicht verliert.

Es giebt Bodenarten, die an leicht verwitterbaren Silicaten so reich sind, daß in einem oder von zwei zu zwei Jahren eine Quantität kieselsaures Kali auflöslich und assimilirbar wird, die für eine ganze Ernte Weizen zur Bildung der Blätter und Halme hinreicht.

In Ungarn sind große Strecken Landes nicht selten, wo seit Menschengedenken auf einem und demselben Felde Weizen und Tabak abwechselnd gebaut werden, ohne daß dieses Land jemals etwas von den Mineralbestandtheilen zurückempfängt, die mit dem Stroh und Korn hinweggenommen wurden. Es giebt Felder, in denen erst nach Verlauf von zwei, von drei oder mehr Jahren die für eine Ernte Weizen nöthige Quantität kieselsaures Kali zur Aufschließung gelangt.

Brache heißt nun im weitesten Sinne diejenige Periode der Cultur, wo man den Boden, dem Einflusse der Witterung überlassen, an gewissen löslichen Bestandtheilen sich bereichern läßt. Im engern Sinne bezieht sich das Brachliegen stets nur auf die Intervalle in der Cultur der Getreidepflanzen, für diese ist ein Magazin von löslicher Kieselerde neben den Alkalien eine Hauptbedingung ihres Gedeihens, und wenn wir auf dem nämlichen Felde eine andere Pflanze, eine sogenannte Brachfrucht bauen, durch welche bei der Ernte kein Theilchen der aufgeschossenen Kieselerde entführt wird, so muß es für die darauf folgende Weizenpflanze seine Fruchtbarkeit behalten.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, daß die mechanische Bearbeitung des Feldes das einfachste und wohlfeilste Mittel ist, um die im Boden enthaltenen Nahrungsstoffe den Pflanzen zugänglich zu machen.

Giebt es nun, kann man fragen, außer den mechani-

schen nicht noch andere Mittel, welche dazu dienen können, den Boden aufzuschließen und die Aufnahme seiner Bestandtheile in den Organismus der Pflanze vorzubereiten? Diese Mittel giebt es allerdings, und unter ihnen ist vorzüglich der gebrannte Kalk in England seit einem Jahrhundert in einem großen Maßstabe im Gebrauch; es würde sehr schwer sein, ein einfacheres und dem Zwecke entsprechenderes aufzufinden.

Um aber eine richtige Ansicht über die Wirkung des Kalks auf die Ackerkrume zu gewinnen, ist es nöthig, sich an die Processe zu erinnern, welche der Chemiker zu Hülfe nimmt, um in einer gegebenen kurzen Zeit ein Mineral aufzuschließen, seine Bestandtheile in den auflöslichen Zustand zu versetzen.

Der auf's feinste gepulverte Feldspath z. B. bedarf für sich einer wochen- oder monatelangen Behandlung mit einer Säure, um ihn aufzulösen; mischen wir ihn aber mit Kalk und setzen ihn einer mäßig starken Glühhitze aus, so geht der Kalk eine chemische Verbindung mit den Bestandtheilen des Feldspathes ein. Ein Theil des im Feldspath gebundenen Alkalis (Kali) wird in Freiheit gesetzt, und das bloße Uebergießen mit einer Säure reicht jetzt schon in der Kälte hin, nicht nur um den Kalk, sondern auch die anderen Bestandtheile des Feldspathes in der Säure zu lösen. Von der Kieselerde wird soviel von der Säure aufgenommen, daß die letztere zu einer durchscheinenden Gallerte gesteht.

Aehnlich nun, wie der Kalk zum Feldspath beim Brennen, verhält sich der gelöschte Kalk zu den meisten alkalischen Thonerdesilicaten, wenn sie im feuchten Zustande längere Zeit mit einander in Berührung bleiben. Zwei Mi-

schungen, die eine von gewöhnlichem Töpferthon oder Pfeifenerde mit Wasser, die andere von Kalkmilch, werden beim Zusammenschütten augenblicklich dicker. Ueberläßt man sie Monate lang in diesem Zustande sich selbst, so gelatinirt jetzt der mit Kalkbrei gemischte Thon, wenn man ihn mit einer Säure zusammenbringt; diese Eigenschaft ging ihm vor der Berührung mit Kalk beinahe völlig ab. Der Thon wird, indem der Kalk eine Verbindung mit seinen Bestandtheilen eingeht, aufgeschlossen, und was noch merkwürdiger ist, der größte Theil der darin enthaltenen Alkalien wird in Freiheit gesetzt. Diese schönen Beobachtungen sind zuerst von Fuchs in München gemacht worden, sie haben nicht allein zu Aufschlüssen über die Natur und Eigenschaften der hydraulischen Kalke geführt, sondern, was für weit wichtiger gehalten werden muß, sie haben die Wirkungen des ätzenden gelöschten Kalkes auf die Ackerkrume erklärt und der Agricultur ein unschätzbares Mittel geliefert, um den Boden aufzuschließen und die den Pflanzen unentbehrlichen Alkalien in Freiheit zu setzen.

Im October haben die Felder in Yorkshire und Lancasshire das Ansehen, wie wenn sie mit Schnee bedeckt wären. Ganze Quadratmeilen sieht man mit gelöschtem oder an der Luft zerfallenem Kalke bedeckt, der in den feuchten Wintermonaten seinen wohlthätigen Einfluß auf den steifen Thonboden ausübt.

Im Sinne der jetzt verlassenen Humustheorie sollte man denken, daß der gebrannte Kalk eine sehr nachtheilige Wirkung auf den Boden ausüben müßte, weil die darin enthaltenen organischen Materien durch den Kalk zerstört, weil sie unfähig dadurch gemacht werden, einer neuen Vegetation Humus abzugeben, allein es tritt ganz das Gegentheil

ein, die Fruchtbarkeit des Bodens findet sich durch den Kalk erhöht. Die Cerealien bedürfen der Alkalien, der löslichen kieselsauren Salze, welche durch die Wirkung des Kalkes für die Pflanze assimilirbar gemacht werden. Ist nebenbei noch eine verwesende Materie vorhanden, welche der Pflanze Kohlensäure liefert, so wird die Entwickelung befördert, allein nothwendig ist sie nicht. Geben wir dem Boden Ammoniak und die den Getreidepflanzen unentbehrlichen phosphorsauren Salze, im Fall sie in ihm fehlen, so haben wir alle Bedingungen zu einer reichlichen Ernte erfüllt, denn die Atmosphäre ist ein ganz unerschöpfliches Magazin von Kohlensäure.

Einen nicht minder günstigen Einfluß auf die Fruchtbarkeit des Thonbodens übt in torfreichen Gegenden das bloße Brennen desselben aus.

Die Beobachtung des merkwürdigen Wechsels in seinen Eigenschaften, welche der Thon durch Brennen erfährt, ist noch nicht alt, man hat sie zuerst in Mineralanalysen an manchen Thonsilicaten gemacht. Viele derselben, welche im natürlichen Zustande von Säuren nicht angegriffen werden, erlangen eine vollkommene Löslichkeit, wenn man sie vorher zum Glühen und Schmelzen erhitzt. Zu diesen gehört der Töpferthon, Pfeifenthon, der Lehm und die verschiedenen in der Ackerkrume vorhandenen Modificationen des Thons. Im natürlichen Zustande kann man sie z. B. mit concentrirter Schwefelsäure stundenlang kochen, ohne daß sich bemerklich davon auflöst; wird der Thon (wie der Pfeifenthon in manchen Alaunfabriken) aber schwach gebrannt, so löst er sich mit der größten Leichtigkeit in der Säure, die darin enthaltene Kieselerde wird als Kieselgallerte im löslichen Zustande abgeschieden.

Der gewöhnliche Töpferthon gehört zu den sterilsten Bodenarten, obwohl er in seiner Zusammensetzung alle Bedingungen des üppigsten Gedeihens der meisten Pflanzen enthält, aber ihr bloßes Vorhandensein reicht nicht hin, um einer Pflanze zu nützen. Der Boden muß der Luft, dem Sauerstoffe, der Kohlensäure zugänglich, er muß für diese Hauptbedingungen der freudigen Entwickelung der Wurzeln durchdringlich, seine Bestandtheile müssen in einem Zustande der Verbindung darin enthalten sein, der sie fähig macht, in die Pflanze überzugehen. Alle diese Eigenschaften fehlen dem plastischen Thone, sie werden ihm aber gegeben durch eine schwache Glühhitze*).

Die große Verschiedenheit in dem Verhalten des gebrannten und ungebrannten Thons zeigt sich in vielen Gegenden an den mit Ziegeln aufgeführten Gebäuden. In den flandrischen Städten, wo fast alle Gebäude aus Backsteinen bestehen, bemerkt man an der Oberfläche der Mauern, schon nach wenigen Tagen, Auswitterungen von Salzen, welche sie wie mit einem weißen Filze überziehen. Werden diese Salze durch Regen abgewaschen, so kommen sie sehr bald wieder zum Vorschein, und dies beobachtet man selbst an Mauern, welche wie die Thore der Festung Lille Jahrhunderte lang schon stehen. Es sind dies kohlensaure und schwefelsaure Salze mit alkalischen Basen, welche bekanntlich in der Vegetation eine sehr wichtige Rolle spielen.

*) Der Schreiber dieses sah in Hardwick-Court bei Gloucester den Garten des Herrn Baker, der, aus einem steifen Thon bestehend, aus dem Zustande der höchsten Sterilität in den der größten Fruchtbarkeit durch bloßes Brennen überging. Es war, da die Operation bis zu einer Tiefe von drei Fußen vorgenommen wurde, ein nicht sehr wohlfeiles Verfahren, allein der Zweck wurde erreicht.

Auffallend ist der Einfluß des Kalkes auf diese Salzauswitterungen; sie kommen nämlich zuerst an den Stellen zum Vorschein, wo sich Mörtel und Stein berühren.

Es ist klar, daß in Mischungen von Thon mit Kalk sich alle Bedingungen der Aufschließung des Thonerdesilicats, des Löslichwerdens der kieselsauren Alkalien vereinigt finden. Der in kohlensaurem Wasser sich lösende Kalk wirkt wie Kalkmilch auf den Thon ein, und hieraus erklärt sich der günstige Einfluß, den das Ueberfahren mit Mergel (womit man alle an Kalk reichen Thone bezeichnet) auf die meisten Bodenarten ausübt. Es giebt Mergelboden, welcher an Fruchtbarkeit für alle Pflanzengattungen alle andern Bodenarten übertrifft.

Noch weit wirksamer muß sich der Mergel in gebranntem Zustande zeigen, so wie die Materialien, die ihm ähnlich zusammengesetzt sind; hierher gehören bekanntlich alle Kalksteine, welche zur Bereitung des hydraulischen Kalkes sich eignen; durch sie werden dem Boden nicht allein die den Pflanzen nützlichen alkalischen Basen, sondern auch Kieselerde in dem zur Aufnahme fähigen Zustande zugeführt. Viele hydraulischen Kalke (die sogenannten natürlichen Cementsteine) geben, wenn sie im gebrannten Zustande mit Wasser gemischt einige Stunden stehen gelassen werden, soviel kaustisches Alkali an das Wasser ab, daß es gradezu wie eine schwache Lauge zum Waschen benutzt werden kann.

Die Braun- und Steinkohlenaschen sind als vortreffliche Mittel zur Verbesserung des Bodens an vielen Orten im Gebrauch; man erkennt diejenigen, welche ganz besonders diesen Zweck erfüllen, an ihrer Eigenschaft, mit Säuren zu gelatiniren, oder mit Kalkbrei gemischt nach einiger Zeit, wie der hydraulische Kalk, fest und steinhart zu werden.

Die mechaniſchen Operationen des Feldbaues, die Brache, die Anwendung des Kalkes und das Brennen des Thons, ſie vereinigen ſich, wie man ſieht, zur Erläuterung eines und deſſelben wiſſenſchaftlichen Princips, es ſind dies Mittel, um die Verwitterung der alkaliſchen Thonerdeſilicate zu beſchleunigen, um die Pflanzen beim Beginne einer neuen Vegetation mit gewiſſen, ihnen unentbehrlichen Nahrungsſtoffen zu verſehen.

Die voranſtehende Auseinanderſetzung bezieht ſich, wie ausdrücklich hervorgehoben werden muß, auf Felder, welche die zur Entwickelung der Gewächſe günſtige phyſikaliſche Beſchaffenheit beſitzen, denn neben den anderen zur Ernährung der Pflanzen nothwendigen Bedingungen hat dieſe den größten Einfluß auf die Fruchtbarkeit. Ein ſchwerer feſter Thonboden ſetzt der Verbreitung und Vervielfältigung der Wurzeln der ſchnellwachſenden Sommerpflanzen einen zu großen Widerſtand entgegen; es iſt klar, daß dieſer den Wurzeln, ſowie der Luft und Feuchtigkeit, zugänglicher wird durch die einfache Zumiſchung von mehr oder weniger feinem Quarz, daß er hierdurch mehr verbeſſert wird, als durch zu fleißiges Pflügen. Wenn wir einem lockern, der Feuchtigkeit und Luft zugänglichen Boden in der geeigneten Form die Beſtandtheile wiedergeben, die wir dem Felde in der Ernte genommen haben, ſo bleibt ſeine günſtige phyſikaliſche Beſchaffenheit, wie ſie urſprünglich war. Auf einem ſchweren feſten Thonboden können wir in ganz gleicher Weiſe die urſprüngliche chemiſche Zuſammenſetzung wieder herſtellen, allein dieſer nämliche Boden wird verbeſſert, wenn die entzogenen Bodenbeſtandtheile nicht in der Form von Aſche, ſondern in der Form von Miſt (von mit Stroh gemengten Thierexcrementen) demſelben wiedergegeben werden; durch die

Verbesserung der physikalischen Beschaffenheit wird in diesem Falle seine Fruchtbarkeit erhöht, ja diese Wirkung ist selbst bei ganz gleichem chemischen Gehalte für die verschiedenen Thierexcremente höchst ungleich; die dichten, schweren (Schafsmist) unterscheiden sich darin wesentlich von den lockeren und porösen Thierexcrementen (Kuhmist, Pferdemist).

In heißen Sommern, wo nur kurze leichte Regenschauer fallen, ist häufig der Ertrag der Felder von mittelmäßigem, aber lockerem Boden größer, als der des sonst fruchtbarsten, aber schweren Feldes. Während in dem lockeren Felde der Regen sogleich aufgesaugt wird und zu den Wurzeln gelangt, verdunstet das Wasser auf dem schweren Boden früher, als es durchgelassen wird.

Ein Boden, der wie der Flugsand so gut wie keinen Zusammenhang besitzt, ist für die Cultur der meisten Pflanzen ungeeignet. Es giebt zuletzt Bodenarten, welche dem chemischen Gehalte nach zu den fruchtbarsten gehören, die aber dennoch unfruchtbar für viele Gewächse sind, und hierher gehören namentlich solche, die aus Mischungen von Thon mit einer zu großen Menge sehr feinen Sandes bestehen. Ein solcher Boden verwandelt sich nach starken Regengüssen in einen breiartigen Schlamm, der zu einer festen harten, für die Luft undurchdringlichen Masse, ohne viel zu schwinden, eintrocknet.

Wenn man auf lockern Sand und Kalkboden, sowie auf das letzterwähnte Feld die Principien, worauf die Verbesserung der Felder in der Brache beruht, in ihrer ganzen Ausdehnung anwenden wollte, so würde man den beabsichtigten Zweck nicht erreichen. Ein an sich zu lockerer Boden, der das Wasser zu leicht durchläßt, oder der den Pflanzen eine Befestigung nicht gestattet, sowie ein fester Boden, dessen

Gemengtheile zu fein zertheilt sind, der also seiner physikalischen Beschaffenheit wegen minder fruchtbar ist, kann durch diejenigen mechanischen Operationen des Feldbaues, die eine noch weiter getriebene Zertheilung bewirken, nicht verbessert werden.

Von den zur Fruchtbarkeit eines Bodens nothwendigen physikalischen Bedingungen, welche der Chemiker nicht mit in Rechnung bringt, rührt es her, daß die Kenntniß des Gehaltes an mineralischem Nahrungsstoffe einer Ackererde nur einen sehr bedingten Werth hat, daß der Gehalt an mineralischen Nahrungsstoffen keinen Schluß rückwärts auf die Güte des Bodens gestattet. Verbindet man die chemische mit der mechanischen Analyse*), für welche letztere Herr Rham in Windsor einen ebenso einfachen als zweckmäßigen Apparat beschrieben hat, so hat man eine Grundlage mehr zu einer richtigeren Beurtheilung.

*) Die Bestimmung nämlich der ungleichen Verhältnisse an Gemengtheilen, des groben und feinen Sandes, sowie des Thons und der vegetabilischen Stoffe.

Die Wechselwirthschaft.

Die genauesten Untersuchungen der thierischen Körper haben dargethan, daß das Blut, die Knochen, die Haare u. s. w., sowie alle Organe, eine gewisse Anzahl von Mineralsubstanzen enthalten, mit deren Ausschlusse in der Nahrung ihre Bildung nicht stattfindet.

Das Blut enthält Kali und Natron, in Verbindung mit Phosphorsäure, die Galle ist reich an Alkalien und Schwefel, die Substanz der Muskeln enthält eine gewisse Menge Schwefel, das Blutroth enthält Eisen, der Hauptbestandtheil der Knochen ist phosphorsaurer Kalk, die Nerven- und Gehirnsubstanz enthält Phosphorsäure und phosphorsaure Alkalien, der Magensaft enthält freie Salzsäure.

Wir wissen, daß die freie Salzsäure des Magensaftes, daß ein Theil des Natrons in der Galle vom Kochsalze stammt, daß wir der Verdauung, dem Leben, eine Grenze durch den bloßen Ausschluß von Kochsalz setzen.

Geben wir einer jungen Taube Weizenkörner (Chossat, Bericht an die Academie in Paris, Juni 1842) zur Nahrung, in denen der Hauptbestandtheil ihrer Knochen, der phosphorsaure Kalk, fehlt, so sehen wir, wenn sie gehindert ist, den ihr nothwendigen Kalk sich anderwärts zu verschaffen, daß ihre Knochen immer dünner und zerbrechlicher werden, daß bei fortgesetzter Entziehung dieser Mineralsubstanz der Tod eintritt. Schließen wir den kohlensauren Kalk in der Nah-

rung der Vögel aus; so legen sie Eier, denen die harte schützende Schale fehlt.

Geben wir einer Kuh einen Ueberfluß von Knollen und Wurzeln, wie Kartoffeln und Runkelrüben, zur Nahrung, welche phosphorsaure Bittererde, aber nur Spuren von Kalk enthalten, so muß für sie der nämliche Fall wie für die junge Taube eintreten. Wenn wir jeden Tag der Kuh in der Milch eine gewisse Menge phosphorsauren Kalk hinwegnehmen, ohne ihr in der Nahrung einen Ersatz dafür zu gewähren, so muß dieser Kalk von ihren Knochen genommen werden, welche nach und nach ihre Stärke und Festigkeit verlieren und das Gewicht ihres Körpers zuletzt nicht mehr zu tragen vermögen.

Fügen wir der Nahrung der Taube Gerstenkörner oder Erbsen, oder der Nahrung der Kuh Gerstenstroh oder Klee hinzu, welche reich sind an Kalksalzen, so erhält sich die Gesundheit des Thieres *).

Die Menschen und Thiere empfangen ihr Blut und die Bestandtheile ihrer Leiber von der Pflanzenwelt, und eine unergründliche Weisheit hat die Einrichtung getroffen, daß das Leben und Gedeihen der Pflanze auf's engste geknüpft ist an die Aufnahme der nämlichen Mineralsubstanzen, welche für die Entwickelung des thierischen Organismus unentbehr-

*) Die Arbeiter in den Bergwerken Südamerika's, deren tägliches Geschäft (das schwerste vielleicht in der Welt) darin besteht, eine Last Erz, im Gewicht von 180—200 Pfd., aus einer Tiefe von 450 Fuß, auf ihren Schultern zu Tage zu fördern, leben nur von Brot und Bohnen, sie würden das Brot allein zur Nahrung vorziehen, allein ihre Herren, welche gefunden haben, daß sie mit Brot nicht so stark arbeiten können, behandeln sie wie Pferde und zwingen sie, die Bohnen zu essen (Darwin, Journal of researches, p. 324); die Bohnen sind aber verhältnißmäßig an Knochenerde weit reicher als das Brot.

lich sind; ohne diese anorganischen Stoffe, die wir als Bestandtheile ihrer Asche kennen, kann die Bildung des Keims, des Blatts, der Blüthe und Frucht nicht gedacht werden.

Der Gehalt der Culturpflanzen an den zur Ernährung der Thiere dienenden Bestandtheilen ist außerordentlich ungleich.

Die Knollen- und Wurzelgewächse stehen in ihrem chemischen Gehalte einander weit näher, als den Samen; die letzteren haben stets eine ähnliche Zusammensetzung.

Die Kartoffeln z. B. enthalten 75 bis 77 p. c. Wasser und 23 bis 25 p. c. feste Substanz. Wir sind im Stande, durch einen mechanischen Proceß die letztere zu zerlegen in 18 bis 19 Theile Amylon und in 3 bis 4 Theile trockener stärkemehlartiger Faser. Man sieht leicht, daß diese beiden zusammengenommen beinahe so viel wiegen wie die trockenen Kartoffeln selbst. Die fehlenden zwei Procente bestehen aus Salzen und der schwefel- und stickstoffhaltigen Substanz, die wir als Albumin kennen.

Die Runkelrüben enthalten 88 bis 90 p. c. Wasser. Fünfundzwanzig Theile trockener Rüben enthalten sehr nahe die nämlichen Elemente wie 25 Theile trockener Kartoffeln. Wir haben darin 18 bis 19 Theile Zucker und 3 bis 4 Theile Zellgewebe; die fehlenden zwei Procente bestehen zur Hälfte aus Salzen, der Rest ist Albumin.

Die weißen Rüben enthalten 90 bis 92 Theile Wasser. Drei bis fünfundzwanzig Theile trockener Rüben enthalten 18 bis 19 Th. Pectin mit sehr wenig Zucker, 3 bis 4 Th. Zellgewebe und 2 Th. an Salzen und Albumin. Zucker und Amylon enthalten keinen Stickstoff, sie sind in den Pflanzen frei vorhanden, nie mit Salzen oder alkalischen Basen verbunden, es sind dies Verbindungen, welche aus dem Kohlenstoffe der Kohlensäure und den Bestandtheilen des Wassers

gebildet worden sind, deren Elemente in der Kartoffelpflanze die Form von Amylon, in der Runkelrübe die Form von Zucker, in der weißen Rübe die Form von Pektin angenommen haben.

In den Samen der Getreidepflanzen haben wir als schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheil Pflanzenfibrin, in den Erbsen, Bohnen, Linsen Casein, in den Samen der Oelpflanzen Albumin und eine dem Casein sehr ähnliche Materie.

Das Pflanzenfibrin der Getreidesamen ist begleitet von Amylon, der nämliche Körper ist ein Bestandtheil der Samenlappen der Leguminosen; in den Oelsamen ist das Amylon vertreten durch einen andern stickstofffreien öl-, butter- oder wachsartigen Bestandtheil.

Es ist einleuchtend, daß wir je nach den Zwecken der Cultur, je nach den Bestandtheilen, die wir zu erzielen beabsichtigen, den Pflanzen die Bedingungen darbieten müssen, die zu ihrer Erzeugung nothwendig sind. Für den Zucker oder das Amylon bedürfen wir der Zufuhr anderer Stoffe, wie für die schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile.

Wenn wir in einem heißen Sommer, wo in dem an Feuchtigkeit armen Boden die Zufuhr an löslichen Alkalien abgeschnitten ist, die Blätter der Linden und anderer Bäume sich mit einem dicken Liquidum bedecken sehen, welches eine große Menge Zucker enthält, so stammt zweifellos der Kohlenstoff dieses Zuckers von der aus der Luft aufgenommenen Kohlensäure her. Die Erzeugung dieses Zuckers erfolgte in den Blättern, alle Bestandtheile der Blätter (und hierzu müssen die Alkalien und alkalischen Erden gerechnet werden) nahmen Antheil daran. In feuchten Jahreszeiten erfolgt diese Ausschwitzung von Zucker nicht, und wir können uns denken, daß bei einer völlig freien

ungehinderten Saftcirculation der Kohlenstoff, welcher als Zucker von den Blättern herabfließt, in dem Baume selbst zu anderen Bildungen verwendet worden wäre. Im Winter kann aus einem festgefrornen Boden von einer Zufuhr von Alkalien und alkalischen Erden nicht die Rede sein, wir haben dennoch keinen Grund, daran zu zweifeln, daß während der Tageszeit die immergrünen Gewächse, die Blätter der Tannen und Fichten unausgesetzt Kohlensäure absorbiren, welche durch die Einwirkung des Lichtes unaufhörlich zerlegt wird. In der Zeit der hergestellten Saftcirculation wäre der Kohlenstoff dieser Kohlensäure vielleicht in Holz oder in einen andern Bestandtheil der Pflanze übergegangen, aus Mangel an Mitwirkung der hierzu nöthigen Bedingungen wird er als Harz, Balsam und flüchtiges Oel secernirt. Die Erzeugung des Zuckers, die des Harzes und flüchtigen Oels erfolgt in den Linden- und Fichtenblättern, alle Bestandtheile dieser Blätter haben einen gewissen Antheil daran; die darin enthaltenen Alkalien, der Kalk u. s. w., dürfen nicht als zufällig oder unthätig an der Aeußerung dieser Lebensfunction angesehen werden.

Zum Uebergange des Kohlenstoffs der Kohlensäure in Zucker gehören nicht nur gewisse äußere Bedingungen (Wärme, Luft), sondern es müssen dazu noch andere mitwirken, die in der Pflanze selbst gegeben und vorhanden sein müssen.

Geben wir der Kartoffel, der Rübenpflanze die nothwendigen Bestandtheile ihrer Blätter, der Organe nämlich, welche zur Aufsaugung und Assimilation der Kohlensäure bestimmt sind, so werden wir damit die Bedingungen der Amylon- und Zuckerbildung erfüllen.

Der Saft aller an Zucker, an Amylon reichen Vegetabilien, der meisten Holzpflanzen ist reich an Kali, Natron

oder an alkalischen Erden. Diese Alkalien und alkalischen Erden können nicht als zufällige Bestandtheile angesehen werden, wir müssen voraussetzen, daß sie zu gewissen Zwecken in dem Organismus der Pflanze dienen, daß sie zur Bildung gewisser Verbindungen durchaus nothwendig sind. Es ist erwähnt worden, daß sie in den Pflanzen mit organischen Säuren verbunden sind, welche einzelne Pflanzengattungen insofern charakterisiren, als sie niemals darin fehlen. Die organischen Säuren selbst müssen in dem Organismus der Pflanze gewisse Lebensfunctionen vermitteln. Wenn man sich nun erinnert, daß die unreifen Früchte, die Weintrauben z. B., des großen Säuregehaltes wegen, nicht genießbar sind, daß diese Früchte im Sonnenlichte sich ganz so verhalten wie die Blätter, insofern sie nämlich das Vermögen besitzen, Kohlensäure aufzunehmen und Sauerstoff auszugeben (de Saussure), daß mit der Abnahme der Säure die Zunahme an Zucker erfolgt, so läßt sich kaum der Gedanke zurückweisen, daß der Kohlenstoff der organischen Säure in der unreifen Frucht zu einem Bestandtheile des Zuckers in der gereiften wird, daß also durch ein Austreten von Sauerstoff unter Hinzutreten der Bestandtheile des Wassers die Säure übergeht in Zucker.

Die Weinsäure in den Weintrauben, die Citronensäure in den Kirschen und Johannisbeeren, die Aepfelsäure in den Sommeräpfeln, welche auf den Bäumen reifen, wären hiernach in gewissen Pflanzen die Zwischenglieder des Ueberganges der Kohlensäure in Zucker, beim Mangel an der geeigneten Temperatur und der Einwirkung des Sonnenlichtes würden sie die hierzu nöthigen Veränderungen nicht erleiden.

Wir sehen nun in den Früchten des Vogelbeerbaums auf die Weinsäure, die Aepfelsäure, auf die sauerstoffreichere

Säure die an Sauerstoff ärmere folgen, wir sehen die Aepfelsäure in den Beeren nach und nach beinahe gänzlich verschwinden und finden an ihrer Stelle Gummi und Schleim, die vorher darin fehlten, und eben so viel Gründe, wie wir für den Uebergang des Kohlenstoffs der Weinsäure zu einem Bestandtheile der auf sie folgenden Aepfelsäure haben, an dem wohl schwerlich Jemand zweifelt, genau so viel haben wir für den Uebergang dieser Säuren in Zucker. Die Meinung, daß eine Pflanze Kohlensäure assimilire, daß diese Kohlensäure in ihrem Organismus die Form von Weinsäure, Traubensäure, Citronsäure lediglich deshalb annehmen soll, um als letzter Zweck wieder in Kohlensäure zurückverwandelt zu werden, diese Meinung kann vernünftigerweise nicht gehegt werden.

Wenn diese Ansicht in Beziehung auf den Antheil, den die organischen Säuren in gewissen Culturpflanzen an der Bildung des Zuckers nehmen, sich bestätigt, so muß sie für die Bildung aller anderen ihm ähnlich zusammengesetzten stickstofffreien Materien gleiche Geltung haben, die Bildung des Amylons, des Pectins und Gummis erfolgt also hiernach nicht unmittelbar, nicht sprungweise aus dem Kohlenstoffe der Kohlensäure und den Bestandtheilen des Wassers, sondern es findet ein allmäliger Uebergang Statt in Folge der Erzeugung von Verbindungen, die immer ärmer an Sauerstoff und immer reicher an Wasserstoff werden. Die Bildung des Terpentinöls kann ohne die Entstehung von analogen Zwischengliedern nicht gedacht werden.

Wenn aber die sauerstoffreichen organischen Verbindungen, die Säuren, die Entstehung der sauerstoffärmeren, des Zuckers, des Amylons u. s. w. vermitteln, so ist klar, daß in den Culturpflanzen, in denen die Säuren nur selten

frei, sondern meistens in der Form von Salzen vorhanden sind, die Alkalien und alkalischen Basen als die Bedingungen angesehen werden müssen zur Entstehung ihrer stickstofffreien Bestandtheile. Ohne die Gegenwart dieser Basen kann sich vielleicht eine organische Säure, allein ohne die Säure oder einen ihr ähnlich wirkenden Körper kann sich im Organismus dieser Pflanzen kein Zucker, kein Amylon, kein Gummi und Pectin bilden. In den Früchten und Samen, in welchen die organischen Säuren frei, d. h. nicht als Salze enthalten sind, wie die Citronensäure in den Citronen, die Oxalsäure in den Kichererbsen, bildet sich kein Zucker. Nur in den Pflanzen entsteht Zucker, Gummi, Amylon, in denen die Säuren sich vereinigt finden mit Basen, in welchen sich lösliche Salze dieser Basen befinden.

Gleichgültig, welchen Werth man dieser Ansicht über den Antheil, den die alkalischen Basen an dem Lebensprocesse der Vegetabilien nehmen, beilegen will, die bestimmte Thatsache, daß in den sich entwickelnden jungen Trieben, Blättern und Knospen*), in den Theilen der Pflanzen also, in welchen

*) 1000 Theile Tannenholz geben 3,28 Theile Asche,
1000 » Tannennadeln » 62,25 » Asche.
Die Asche der Tannennadeln beträgt mithin über 20mal mehr als die des rindenfreien Holzes, sie enthält in 100 Theilen (Hertwig)

kohlensaure Alkalien, Kochsalz	10,72	12,70 in Wasser lösliche Salze.
schwefelsaures Kali	1,95	
kieselsaures Kali	3,90	
kohlensauren Kalk	63,32	86,30 in Wasser unlösliche Bestandtheile.
Bittererde »	1,86	
phosphorsaure Bittererde, » Kalk	6,35	
basisch phosphors. Eisenoxyd	0,88	
» » Thonerde	0,71	
Kieselerde	10,31	

das Assimilationsvermögen in größter Intensität wahrgenommen wird, daß in diesen der Gehalt an alkalischen Basen am stärksten ist, daß die an Zucker und an Amylon reichsten Gewächse nicht minder ausgezeichnet sind durch ihren Gehalt an alkalischen Basen und organischen Säuren, diese Erfahrung kann dieser Vorstellung wegen für die Landwirthschaft ihre Bedeutung nicht verlieren.

Wenn wir Zucker und Amylon begleitet finden von Salzen, die durch organische Säuren gebildet sind, wenn die Erfahrung vorliegt, daß mit dem Mangel an den alkalischen Basen die ganze Entwickelung der Pflanze, die Bildung des Zuckers, Amylons, der Holzfaser eingeschränkt, daß mit ihrer Zufuhr ihr üppiges Gedeihen befördert wird, so ist klar, daß wir in der Cultur, wenn ein Maximum an Ertrag erzielt werden soll, bei allem Ueberflusse an Kohlensäure und Humus den vorgesetzten Zweck nicht erreichen, wenn wir die Alkalien als eine der Bedingungen des Uebergangs der Kohlensäure in Zucker und Amylon, gleichgültig in welcher Weise sie hierbei mitwirken, nicht in reichlicher Menge und in dem zur Aufnahme geeigneten Zustande den Pflanzen darbieten *).

*) Oxalsäure, Weinsäure, Citronensäure, Aepfelsäure, Flechtensäure ꝛc. sind in dem Organismus der Pflanze erzeugt, ihr Kohlenstoff stammt von der Kohlensäure her.

Wir finden diese Säuren in den Gewächsen, verbunden mit Kali, mit Kalk, mit Bittererde zu Salzen, deren kleinste Theilchen, sich selbst überlassen, ihren eigenen Anziehungen folgen, dies zeigt sich in ihrer Krystallisirbarkeit.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß diesen Verbindungen der Charakter des organischen Lebens noch nicht zukommt, eben weil die beobachtbar in ihnen thätige Kraft nicht die Lebenskraft, sondern die Cohäsionskraft ist. Ganz dasselbe muß von dem Zucker angenommen werden, welcher ebenfalls krystallisirbar ist.

Wir müssen voraussetzen, daß die kleinsten Theilchen der Producte,

Ein jeder Theil und Bestandtheil des Körpers stammt von den Pflanzen ab. Durch den Organismus der Pflan-

---

welche aus der Kohlensäure gebildet worden sind, der in der lebendigen Pflanze auf sie einwirkenden Thätigkeit sich eben so unterordnen, wie die kleinsten Theilchen der Kohlensäure selbst, daß also der Kohlenstoff der Oxalsäure, Weinsäure u. s. w. die Fähigkeit besitzen muß, zu einem Bestandtheile eines mit Lebenskraft begabten Organs überzugehen.

In den organischen Säuren läßt sich dieser Uebergang mit Leichtigkeit verfolgen.

Denken wir uns, daß 12 Aeq. Kohlensäure, bei Gegenwart einer Basis und durch Einwirkung des Lichtes, in Folge der auf ihre Elemente einwirkenden Lebenskraft, den vierten Theil ihres Sauerstoffgehaltes verlieren, so haben wir Oxalsäure. Diese Säure kann, im wasserfreien Zustande gedacht, auf keine andere Weise aus Kohlensäure erzeugt worden sein.

$C_{12} O_{24} - O_6 = C_{12} O_{18} = 6$ Aeq. wasserfreie Oxalsäure.

Die Oxalsäure existirt nicht im wasserfreien Zustande. Als Oxalsäure-Hydrat enthält sie 1 Aeq. Wasser, das Kali-, Kalk- und Magnesiasalz enthalten ebenfalls Wasser. Das Oxalsäure-Hydrat besteht aus:

$C_{12} O_{18} + H_6 O_6 = C_{12} H_6 O_{24} = 6$ Aeq. Oxalsäure-Hydrat.

Man beobachtet leicht, daß Kohlensäure und Oxalsäure-Hydrat eine gleiche Menge Sauerstoff enthalten. Wir können uns deshalb Oxalsäure-Hydrat entstanden denken aus Kohlensäure, in deren Zusammensetzung eine gewisse Menge Wasserstoff aufgenommen worden ist.

Wenn durch die fortdauernde Einwirkung der nämlichen Thätigkeiten aus der Oxalsäure neue Quantitäten Sauerstoff ausgeschieden werden, so haben wir Weinsäure oder Aepfelsäure. Durch Austreten von 9 Aeq. Sauerstoff entsteht Weinsäure, wenn 12 Aeq. Sauerstoff abgeschieden werden, haben wir Aepfelsäure.

Oxalsäure-Hydrat $C_{12} H_6 O_{24} - O_9 = C_{12} H_6 O_{15} = 3$ Aeq. Weinsäure.

» » $C_{12} H_6 O_{24} - O_{12} = C_{12} H_6 O_{12} = 3$ Aeq. Aepfelsäure.

Durch ein einfaches Austreten von Wasser aus den Elementen der Aepfelsäure entsteht Citronensäure; wir wissen, daß wir durch den Einfluß der Wärme aus Citronensäure — Aconitsäure, aus Aepfelsäure — Flechtensäure und Maleinsäure hervorzubringen vermögen.

Aepfelsäure $C_{12} H_6 O_{12} - H_2 O = C_{12} H_5 O_{11} = 3$ Aeq. Citronensäure.

» $C_{12} H_6 O_{12} - 3 H_2 O = C_{12} H_3 O_9 = 3$ Aeq. Flechtensäure.

Wir können nun die Weinsäure, Citronensäure, Aepfelsäure betrachten

zen werden die Verbindungen gebildet, welche zur Blutbildung dienen, es kann keinem Zweifel unterliegen, daß in

---

als Verbindungen von Oxalsäure mit Zucker, mit Gummi, mit Holzfaser oder den Elementen derselben:

Weinsäure Oxalsäure trockener Traubenzucker.

$$2\,(C_{12}\,H_8\,O_{15}) = C_{12}\,O_{18} + C_{12}\,H_{12}\,O_{12}$$

in der Art also, daß durch Hinzutreten neuer Quantitäten Wasserstoff alle diese Säuren zur Bildung von Zucker, Amylon, Gummi dienen können; bei diesem Uebergange müssen, wie sich von selbst versteht, die Alkalien, die mit den Säuren verbunden waren, wieder frei werden; sie müssen die Fähigkeit erlangen, dieselbe Rolle aufs neue zu spielen. Es ist hiernach denkbar, daß ein Aequivalent Alkali dazu dienen kann, um 10, 20 bis 100 Aequivalente Kohlenstoff zu einem Bestandtheile der Pflanze übergehen zu machen, nur in der Zeit muß die Quantität der vorhandenen Basis einen Unterschied bewirken.

Wenn eine perennirende immergrüne Pflanze, durch Hülfe einer gegebenen Quantität Kali, eine gewisse Quantität Kohlenstoff in irgend einer Form während der Dauer des ganzen Jahres assimilirt, so muß, um dieselbe Quantität in dem vierten Theile der Zeit in die Pflanze übergehen zu machen, einem Sommergewächse viermal so viel Kali zugeführt werden.

Gay-Lussac beobachtete zuerst, daß Oxalsäure, Weinsäure, Citronensäure, Zucker, Holzfaser u. s. w. durch Berührung mit Alkali in einer höhern Temperatur wieder zurückgeführt werden in Kohlensäure.

Diese Zersetzungsweise ist gerade der umgekehrte Proceß, der in den Pflanzen vor sich geht. In dem letztern treten zur Kohlenstoffverbindung, zur Kohlensäure die Elemente des Wassers, es entsteht Oxalsäure, Weinsäure u. s. w. in Folge einer Abscheidung von Sauerstoff.

In dem genannten chemischen Processe treten zu den Elementen der Oxalsäure, Weinsäure u. s. w. die Elemente des vorhandenen Wassers, sie werden in Kohlensäure zurückgeführt in Folge einer Abscheidung von Wasserstoff.

Ohne alle Gasentwickelung spaltet sich bei Gegenwart eines Alkalis die Weinsäure und Citronensäure schon bei einer Temperatur von 200 Graden in Oxalsäure, während ihre anderen Elemente zu Essigsäure zusammentreten. Die wasserfreie Essigsäure enthält aber Kohlenstoff und die Bestandtheile des Wassers genau in dem nämlichen relativen Verhältnisse wie die Holzfaser (Peligot), die unter ganz ähnlichen Bedingungen in der That auch Essigsäure liefert.

Diese Zersetzungsweise hat einen ausgezeichneten französischen Che-

den zur Ernährung dienenden Theilen der Pflanzen nicht bloß ein oder zwei, sondern alle Bestandtheile des Blutes zugegen sein müssen.

Wir können uns nicht denken, daß in dem Körper eines Thieres Blut, in dem Körper einer Kuh Milch gebildet werden kann, wenn in ihrer Nahrung ein einziger von den Bestandtheilen fehlt, welche als gleich nothwendige Bedingungen zur Unterhaltung aller Lebensfunctionen angesehen werden müssen.

Die schwefel- und stickstoffhaltigen Stoffe sowohl, wie die Alkalien und phosphorsauren Salze sind Blutbestandtheile, der Uebergang der ersteren in Blut kann nicht gedacht werden ohne die Gegenwart oder Mitwirkung der anderen.

Die Fähigkeit eines Pflanzentheils, das Leben eines Thieres zu erhalten, seine Blut- und Fleischmasse zu vermehren, steht hiernach in geradem Verhältnisse zu seinem Gehalte an den organischen Blutbestandtheilen und der zu ihrem Uebergange in Blut nothwendigen Menge an Alkalien, phosphorsauren Salzen und Chlormetallen (Kochsalz oder Chlorkalium).

Es ist gewiß in hohem Grade merkwürdig und für die Agricultur bedeutungsvoll, daß die schwefel- und stickstoffhaltigen Pflanzenstoffe, die wir als organische Blutbestandtheile bezeichnet haben, in allen Pflanzentheilen, wo sie vorkommen, stets begleitet sind von phosphorsauren Salzen.

Der Saft der Kartoffeln, der Runkelrüben enthält das vegetabilische Albumin, begleitet von Salzen mit alkalischen

---

miker dahin geführt, fertig gebildete Oxalsäure in der Weinsäure anzunehmen, jedenfalls sind ihre Elemente darin neben denen eines zweiten Körpers zugegen, welcher wie Zucker, Gummi und Holzfaser als eine Verbindung von Kohlenstoff mit Wasser betrachtet werden kann.

Basen und löslicher phosphorsaurer Bittererde, in den Samen der Erbsen, Linsen, Bohnen, dem Samen der Getreidearten haben wir phosphorsaure Alkalien und Erdsalze.

Die Samen und Früchte, welche am reichsten sind an den organischen Blutbestandtheilen, enthalten auch die anorganischen, die phosphorsauren Salze, in überwiegender Menge, und in den anderen, wie in Kartoffeln und Wurzelgewächsen, die verhältnißmäßig so arm sind an den ersteren, sind auch die anderen in weit geringerer Menge zugegen.

Das gleichzeitige Vorkommen beider Klassen von Verbindungen ist so constant, daß ein inniger Zusammenhang nicht verkannt werden kann. Es ist außerordentlich wahrscheinlich, daß die Entstehung und Bildung der organischen Blutbestandtheile in dem Organismus der Pflanze auf's engste an die Gegenwart der phosphorsauren Salze geknüpft ist.

Wir müssen voraussetzen, daß auch mit der reichlichsten Zufuhr an Kohlensäure, Ammoniak und der schwefelsauren Salze, welche den Schwefel liefern, die organischen Blutbestandtheile sich in der zu ihrem Uebergange in Blut geeigneten Form nicht bilden werden, wenn es an Alkalien und phosphorsauren Salzen fehlt, die wir als constante Begleiter derselben finden.

Aber auch angenommen, die organischen Blutbestandtheile seien in dem Organismus der Pflanze ohne Mitwirkung dieser Materien erzeugbar, so würden sie im Körper des Thieres weder in Blut, noch in Fleisch überzugehen vermögen, wenn die mineralischen Blutbestandtheile in dem Pflanzentheile fehlen, der zur Nahrung gegeben wird.

Von allen theoretischen Betrachtungen abgesehen, muß

der rationelle Landwirth also in Beziehung auf den Zweck, den er zu erreichen strebt, genau so verfahren, wie wenn von der Gegenwart der unorganischen Blutbestandtheile (der phosphorsauren Salze und der Alkalien) die Production der organischen abhängig wäre; er muß seinen Pflanzen alle zur Bildung der Blätter, Stengel und Samen nothwendigen Bestandtheile geben, und wenn er auf seinen Feldern ein Maximum von Blut und Fleisch erzielen will, so muß er diejenigen Bestandtheile derselben in reichlicherer Menge zuführen, welche die Atmosphäre nicht liefern kann*).

---

*) Wenn man frisch aus der Ader fließendes Blut zur Trockne verdampft, verkohlt und zu Asche verbrennt, diese Asche sodann mit Wasser auslaugt, so erhält man eine alkalisch reagirende Flüssigkeit, welche kein kohlensaures Alkali enthält, die also mit Säuren nicht im mindesten aufbraust; diese Blutasche besteht aus wechselnden Mengen:

von phosphorsauren Alkalien,
» phosphorsaurem Kalk,
» phosphorsaurer Bittererde,
» basisch phosphorsaurem Eisenoxyd,
» Kochsalz,
» schwefelsauren Alkalien.

Die Asche der Samen enthält:

	des Rothweizens (Fresenius)		des weißen Weizens (Will)		Roggens (Fresenius)		Erbsen (Will)	Saubohnen (vicia faba). (Büchner)
phosphorsaures Kali	36,51	—	52,98	—	52,91	—	52,78	68,59
phosphorsaures Natron	32,13	—	0,00	—	9,27	—	5,67	
phosphorsauren Kalk	3,35	—	5,06	—	5,21	—	10,77	— 9,35
phosphors. Bittererde	19,61	—	32,96	—	26,91	—	13,78	— 19,11
phosphors. Eisenoxyd	3,04	—	0,67	—	1,88	—	2,46	
schwefelsaures Kali	Spuren				2,98	—	9,09	— 1,84
Kochsalz							3,96	
kieselsaures Kali					0,34		—	1,11
Kieselerde	0,15	—	0,30					
Kohle, Sand	4,99	—	8,03	—	0,50			

In den obigen Analysen sind die phosphorsauren Alkalien in den Erbsen und Bohnen als dreibasische Salze, die in den Samen der Ge-

Amylon, Zucker, Gummi enthalten Kohlenstoff, und die Elemente des Wassers, sie finden sich nie mit Alkalien vereinigt, sie enthalten keine phosphorsauren Salze. Wir können uns denken, daß in zwei Spielarten derselben Pflanze, bei Zufuhr einer gleichen Menge mineralischer Nahrungsstoffe, sich sehr ungleiche Mengen von Amylon oder Zucker bilden, daß wir von zwei gleichen Flächen auf völlig gleiche Weise vorbereitetes Land, von zwei Spielarten Gerste, von der einen die Hälfte oder das doppelte Gewicht mehr Samen, als von der andern ernten, allein dieser Mehrertrag kann nur auf ihre stickstofffreien und nicht auf ihre schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile bezogen werden; für eine gleiche, dem Boden zugeführte und in die Pflanze übergegangene Menge der anorganischen Blutbestandtheile muß in den Samen eine ihnen entsprechende Menge der organischen gebildet werden, in der einen kann im Ganzen nicht mehr davon als in der andern vorhanden sein.

Nur wenn die eine Pflanze in der gegebenen Zeit weniger Stickstoff zugeführt erhält, wird sich eine Verschiedenheit herausstellen; beim Mangel an Ammoniak wird eine entsprechende Menge der anorganischen Blutbestandtheile keine Verwendung finden.

Von zwei verschiedenen Pflanzengattungen, die wir auf einem Felde von gleicher Beschaffenheit cultiviren, wird die-

---

treidearten als zweibasische enthalten und berechnet. Wie man leicht bemerkt, kann keine der Samen-Aschen mit Säuren aufbrausen, weil sie, wie die Blutasche, kein kohlensaures Alkali enthält, die Salze des Blutes sind ganz die nämlichen, wie die der Samen. Bleibt die Asche des Blutes oder der Erbsen und Saubohnen an der feuchten Luft liegen, so zieht sie Kohlensäure an, das dreifach basische phosphorsaure Salz mit alkalischer Basis giebt den dritten Theil seiner Basis an die Kohlensäure ab und verwandelt sich in zweifach basisches.

jenige dem Boden die größte Menge anorganischer Bluthestandtheile (phosphorsaure Salze) entziehen, in deren Organismus die größte Menge an organischen Blutbestandtheilen (schwefel- und stickstoffhaltige Verbindungen) erzeugt wird.

Die eine Pflanze wird den Boden daran erschöpfen, während er unter gleichen Bedingungen bei dem Anbau der andern, die ihm eine kleinere Menge phosphorsaurer Salze entzog, für eine dritte Pflanzengattung noch fruchtbar bleibt.

Daher kommt es denn, daß mit der Ausbildung gewisser Pflanzentheile, welche, wie die Samen, alle anderen in ihrem Gehalte an organischen Blutbestandtheilen bei weitem übertreffen, der Boden weit mehr an phosphorsauren Salzen verliert und daran erschöpft wird, als durch die Cultur der krautartigen Pflanzen, oder von Knollen- und Wurzelgewächsen, die verhältnißmäßig sehr wenig davon enthalten.

Es ist ferner klar, daß zwei Pflanzen, die in gleichen Zeiten einerlei Mengen der nämlichen Bestandtheile bedürfen, wenn sie neben einander auf dem nämlichen Boden wachsen, sich in die Bestandtheile des Bodens theilen werden. Was die eine davon in ihren Organismus aufnimmt, kann von der andern nicht verwendet werden.

Enthält der Boden auf einem begrenzten Raume (Oberfläche und Tiefe) nicht mehr an diesen anorganischen Nahrungsstoffen, als zehn Pflanzen zu ihrer vollkommenen Entwickelung bedürfen, so werden zwanzig Exemplare derselben Pflanzen, auf der nämlichen Oberfläche gebaut, nur ihre halbe Ausbildung erreichen; in der Anzahl ihrer Blätter, Stärke der Halme und Anzahl der Körner muß sich ein Unterschied ergeben.

Zwei Pflanzen derselben Art müssen sich gegenseitig schaden, wenn sie, in einer gewissen Nähe wachsend, weniger von den ihnen nothwendigen Nahrungsstoffen im Boden oder in

der Atmosphäre, die sie umgiebt, vorfinden, als sie zu ihrer vollendeten Ausbildung bedürfen. Keine Pflanze wirkt in dieser Weise nachtheiliger auf eine Weizenpflanze als eine zweite Weizenpflanze, keine mehr auf eine Kartoffelpflanze als eine Kartoffelpflanze. Wir finden in der That, daß die Culturpflanzen an dem Rande der Aecker an Stärke, an Anzahl und Reichhaltigkeit der Samen und Knollen die in der Mitte wachsenden bei weitem übertreffen.

Derselbe Fall muß sich aber in ganz gleicher Weise wiederholen, wenn wir die nämliche Pflanze, anstatt neben einander, mehrere Jahre hinter einander auf demselben Boden eultiviren. Nehmen wir an, der Boden enthalte eine für 1000 Ernten Weizen genügende Menge von kieselsauren und phosphorsauren Salzen, so wird er nach 1000 Jahren völlig unfruchtbar für diese Pflanzengattung sein. Denken wir uns die Oberfläche dieses Feldes bis zu der Tiefe hinweggenommen, in welcher die Pflanzen der früheren Ernten wurzelten, machen wir die Oberfläche zum Untergrunde und den Untergrund zur Oberfläche, so haben wir eine neue Oberfläche, die, weit weniger erschöpft, uns wieder eine Reihe von Ernten verbürgt; allein auch dieser Zustand der Fruchtbarkeit hat eine Grenze.

Je weniger reich der Boden an diesen, den Pflanzen so unentbehrlichen mineralischen Nahrungsstoffen ist, desto früher wird der Zeitpunkt der Erschöpfung eintreten; es ist aber klar, daß wir ihn in den ursprünglichen Zustand der Fruchtbarkeit zurückversetzen, wenn wir die frühere Zusammensetzung wieder herstellen, wenn wir ihm also die Bestandtheile wiedergeben, die wir in den Pflanzen geerntet und hinweggenommen hatten.

Zwei Pflanzen werden neben oder hinter einander culti-

virt werden können, wenn sie ungleiche Mengen der nämlichen Bestandtheile in ungleichen Zeiten bedürfen, sie werden sich nicht einander schaden und auf's üppigste neben einander gedeihen, wenn sie zu ihrer Entwickelung verschiedenartiger Bodenbestandtheile bedürfen.

Die Versuche von de Saussure und vielen anderen Naturforschern haben dargethan, daß die Samen von Vicia Faba, von Phaseolus vulgaris, von Erbsen und Gartenkresse (Lepidium sativum) in feuchtem Sande, in feuchterhaltenen Pferdehaaren keimen und bis zu einem gewissen Grade sich entwickeln; wenn aber die in den Samen enthaltenen Mineralsubstanzen zur weitern Ausbildung nicht mehr hinreichen, so fangen sie an zu schmachten, sie blühen zuweilen, setzen aber niemals Samen an.

Wiegmann und Polstorf ließen in einem weißen, mit Königswasser ausgekochten und von der Säure durch sorgfältiges Waschen befreiten Sande*) Pflanzen verschiedener Gattungen vegetiren; Gerste und Hafer, die in diesem Sande wuchsen, erreichten bei gehöriger Befeuchtung mit ammoniakfreiem Wasser eine Höhe von 1½ Fuß, sie kamen zur Blüthe, setzten aber keinen Samen an und welkten nach der Blüthe ab. Vicia sativa erreichte eine Höhe von 10 Zoll, blühte, setzte Schoten an, allein sie enthielten keinen Samen. Tabak, in diesen Sand gesäet, entwickelt sich ganz nor-

*) Dieser Sand enthielt in 1000 Theilen:

979,00 Kieselerde,
3,20 Kali,
8,76 Thonerde,
3,15 Eisenoxyd,
4,84 Kalk,
0,09 Bittererde.

Siehe Preisschrift Seite 28.

mal, allein vom Junius bis October erreichten die Pflänzchen nur die Höhe von 5 Zoll; sie erhielten nur vier Blätter, keinen Stengel.

Es ergab sich aus der Untersuchung der Asche dieser Pflanzen, so wie aus der Analyse der Samen, daß der an sich so unfruchtbare Sand, so wenig er auch an Kali und löslichen Bestandtheilen enthielt, nichts desto weniger eine gewisse Menge davon an sie abgegeben hatte, von denen die Entwickelung der Halme und Blätter abhängig war, allein diese Pflanzen konnten nicht zum Samentragen kommen, weil es offenbar an den zur Bildung der Samenbestandtheile nöthigen Stoffen gänzlich fehlte.

In der Asche der in diesem Sande gewachsenen Pflanzen ließ sich in den meisten die Gegenwart von Phosphorsäure nachweisen, allein sie entsprach nur der Menge derselben, welche dem Boden in dem Samen zugeführt worden war. In der Asche der Tabakspflanze, deren Samen bekanntlich so klein sind, daß ihr Phosphorsäure-Gehalt für die Aufsuchung verschwindet, ließ sich keine Spur davon entdecken.

Was die Theorie in Hinsicht auf die Ursache der Unfruchtbarkeit dieses Sandes mit Bestimmtheit vorhersagte, ist durch Wiegmann und Polstorf zur Evidenz dargethan worden. Sie nahmen den nämlichen Sand und bereiteten sich durch Zusatz von lauter künstlich in einem Laboratorium bereiteten Salzen einen künstlichen Boden damit (siehe Anhang), sie säeten in diesen Boden die nämlichen Pflanzen und sahen sie darin auf's üppigste gedeihen. Der Tabak bekam einen über drei Fuß hohen Stengel und viele Blätter, am 25. Junius fing er an zu blühen und setzte gegen den 10. August Samen an, von denen am 8. September reife Samenkapseln mit vollkommenen Samen genommen wurden.

In einer ganz gleichen Weise entwickelte sich die Gerste, der Hafer, das Heidekorn, der Klee, sie alle wuchsen freudig, blühten und lieferten reifen und vollkommnen Samen.

Es ist vollkommen gewiß, daß das Gedeihen dieser Gewächse in dem vorher ganz unfruchtbaren Sande abhängig war von den zugesetzten Salzen; die für alle gleiche Fruchtbarkeit wurde diesem künstlichen Boden gegeben durch den Zusatz gewisser Substanzen, deren Gegenwart sich in der ausgebildeten Pflanze, in dem Stengel, den Blättern, den Samen nachweisen läßt, deren Vorhandensein im Boden und in den Gewächsen ihre Nothwendigkeit für das Leben der Pflanze außer Zweifel setzt.

Wir sind also im Stande, den unfruchtbarsten Boden in den Zustand der größten Fruchtbarkeit für jede Pflanzengattung zu versetzen, wenn wir ihm die Bestandtheile geben, welche sie zu ihrer Entwickelung bedürfen. Es würde zwar weder die Arbeit noch die Kosten lohnen, einen völlig unfruchtbaren Sand nach diesen Principien fruchtbar zu machen, allein auf unsere gewöhnlichen Ackererden angewandt, die an sich schon viele dieser Bestandtheile enthalten, genügt es die fehlenden zu ersetzen, diejenigen zu vermehren, welche in zu kleiner Menge vorhanden sind, und dem Boden durch die Kunst des Ackerbaues die physikalische Beschaffenheit zu geben, welche ihn für Feuchtigkeit und Luft zugänglich machen und den Pflanzen gestatten, sich diese Bodenbestandtheile anzueignen.

Die verschiedenen Pflanzengattungen bedürfen zu ihrem Wachsthum und ihrer vollkommnen Ausbildung entweder die nämlichen anorganischen Nahrungsstoffe, aber in ungleicher Menge oder in ungleichen Zeiten, oder sie bedürfen verschiedener Mineralsubstanzen. Auf der Verschiedenheit der zu ihrer

Entwickelung nöthigen Nahrungsstoffe, welche der Boden darbieten muß, beruht es, daß manche Pflanzengattungen neben einander wachsend sich gegenseitig in ihrer Entwickelung hemmen, daß andere hingegen üppig neben einander gedeihen.

Vergleichen wir in der That die Bestandtheile der Asche der nämlichen Pflanze, die auf verschiedenem Boden sich entwickelt hat, so finden wir nur sehr geringe Verschiedenheiten in ihrer Zusammensetzung. In dem Stroh der Gramineen haben wir als nie wechselnden Bestandtheil Kieselsäure und Kali, in ihrem Samen phosphorsaures Kali und phosphorsaure Bittererde. In dem Erbsenstroh, in dem Klee findet sich eine reichliche Menge Kalk. Wir wissen ferner, daß in gewissen Pflanzengattungen das Kali durch Natron, der Kalk vertreten werden kann durch Bittererde.

Aus den Untersuchungen Boussingault's (Ann. de ch. et de phys. 3. Serie T. I. p. 242.) geht ferner hervor, daß auf einer gleichen Fläche (4 Morgen) des nämlichen Feldes einmal gedüngt, in 5 hinter einander folgenden Ernten dem Boden entzogen werden:

		Bodenbestandtheile
1.	Jahr von einer Ernte Kartoffeln (Knollen ohne Kraut) . .	246,8 Pfd.
2.	» » » » Weizen (Stroh und Korn)	371,0 »
3.	» » » » Klee	620,0 »
4.	» » » » Weizen*)	488,0 »
	» » » » Brachrüben	108,8 »
5.	» » » » Hafer (Korn und Stroh)	215,0 »

*) In einer zweiten und dritten Fruchtfolge.

	Bodenbestandtheile
Durch eine Ernte Runkelrüben*) (Wurzeln ohne Blätter) . .	399,6 Pfd.
» » » Erbsen (Korn und Stroh) .	618,0 »
» » » Roggen » » » . .	284,6 »
Topinambour (Hel. tuberosus)	660,0 »

Aus diesen Zahlen, welche die Quantitäten von anorganischen Substanzen ausdrücken, die von verschiedenen Pflanzen dem nämlichen Boden entzogen werden, die wir also in der Ernte hinwegnehmen, ergiebt sich, daß verschiedene Pflanzen ungleiche Gewichte dieser Bodenbestandtheile in ihren Organismus aufnehmen.

Die nähere Betrachtung ihrer Aschenbestandtheile zeigt ferner, daß sie in Beziehung auf ihre Qualität wesentlich von einander abweichen.

Die Runkelrüben, Kartoffeln und weißen Rüben hinterlassen, im trocknen Zustande verbrannt, von tausend Theilen 90 Theile Asche, welche leicht schmelzbar ist und eine große Menge kohlensaures Kali und Salze mit alkalischen Basen enthält. Von diesen 90 Theilen lösen sich 75 Theile in kaltem Wasser.

Zweitausend Theile trocknes Farrenkraut geben ebenfalls

*) In der oben angeführten fünfjährigen Fruchtfolge findet sich Weizen zweimal aufgeführt, in dem zweiten Jahre wurden durch eine Ernte Weizen dem Boden 371 Pfund, in dem vierten Jahre 458 Pfund anorganische Stoffe entzogen. Diese Differenz liegt in der ungleichen Menge von Stroh und Korn, die in diesen beiden Jahren geerntet wurden. In dem einen Jahre betrug das Gewicht des Strohes und Korns zusammengenommen 8790 Pfund, in dem andern hingegen 10858. Das relative Verhältniß ihrer Asche ist ganz dasselbe wie diese Zahlen.

90 Theile Asche, aber von diesen 90 Theilen löst sich nichts oder nur eine Spur im Wasser (Berthier).

In einer ähnlichen Weise verhält sich die Asche von Weizenstroh, von Gersten-, von Erbsen-, Bohnenstroh, des Tabaks ꝛc. Von gleichen Gewichten ihrer Asche lösen sich sehr ungleiche Mengen ihrer Bestandtheile im Wasser. Es giebt Aschen, die ganz, es giebt andere, die nur zur Hälfte im Wasser löslich sind, es giebt wieder andere Pflanzenaschen, welche nur Spuren im Wasser löslicher Bestandtheile enthalten.

Wenn wir die im Wasser unlöslichen Theile der Aschen mit einer Säure übergießen, mit Salzsäure z. B., so finden wir, daß von vielen Pflanzen der Rückstand, den das Wasser läßt, vollkommen in Säuren löslich ist (Runkelrüben, Kartoffeln, weiße Rüben), daß von anderen dieser Rückstände die eine Hälfte von der Säure gelöst wird, während die andere widersteht, daß von wieder anderen nur ein Drittel oder noch weniger von der Säure aufgenommen wird.

Die in kaltem Wasser löslichen Bestandtheile der Pflanzenaschen bestehen ohne Ausnahme aus Salzen mit alkalischen Basen (Kali, Natron). Die in Säuren löslichen Bestandtheile sind Kalk und Bittererdesalze, der in Säuren unlösliche Rückstand ist Kieselerde.

Nach dem ungleichen Gehalte an diesen in ihrem Verhalten gegen Wasser und Säuren so verschiedenen Bestandtheilen lassen sich die Culturpflanzen eintheilen in Kalipflanzen, welche mehr als die Hälfte ihres Gewichtes an löslichen alkalischen Salzen enthalten, in Kalkpflanzen, in denen die Kalksalze, und in Kieselpflanzen, in welchen die Kieselerde vorwaltet. Es sind dies ge-

rade die Bestandtheile, die sie zu ihrer Entwickelung in reichlichster Menge bedürfen, und durch die sie sich wesentlich von einander unterscheiden.

Zu den Kalipflanzen gehören die Chenopodien, die Melden, der Wermuth ꝛc., unter den Culturpflanzen die Runkelrübe, die weiße Rübe, der Mais. Zu den Kalkpflanzen die Flechten (welche oxalsauren Kalk enthalten), der Cactus (der krystallisirten weinsauren Kalk enthält), der Klee, die Bohnen, die Erbsen und der Tabak.

Zu den Kieselpflanzen der Weizen, der Hafer, der Roggen, die Gerste*).

		Kali und Natronsalze.	Kalk u. Bittererdesalze.	Kieselerde.
Kieselpflanzen	Haferstroh mit Samen**)	34,00	4,00	62,00
	Weizenstroh***) . . .	22,00	7,20	61,05
	Gerstenstroh mit Samen**)	19,00	25,70	55,03
	Roggenstroh †) . . .	18,65	16,52	63,89

*) Die Asche eines guten Wiesenheues (die aus einem Gemenge der Aschen von Kali-, Kalk und Kieselpflanzen besteht) gab in 100 Theilen (Haidlen):

Kieselerde	60,1
phosphorsauren Kalk . .	16,1
» » Eisenoxyd	5,0
Kalk	2,7
Magnesia	8,6
Gyps	1,2
schwefelsaures Kali . .	2,2
Chlorkalium	1,3
kohlensaures Natron .	2,0
Verlust	0,8

**) Wiegmann und Polstorf.

***) de Saussure.

†) Fresenius.

		Kali und Natronsalze.	Kalk u. Bittererdesalze.	Kieselerde.
Kalkpflanzen	Tabak, havanna *) . .	24,34	67,44	8,30
	» deutscher *) . .	23,07	62,23	15,25
	» im künstl. Boden **)	29,00	59,00	12,00
	Erbsenstroh *)	27,82	63,74	7,81
	Kartoffelkraut ***) . .	4,20	59,40	36,40
	Wiesenklee **)	39,20	56,00	4,90
Kalipflanzen	Maisstroh †)	71,00	6,50	18,00
	Weiße Rüben	81,60	18,40	
	Runkelrüben ††) . . .	88,00	12,00	
	Kartoffelknollen ††) . .	85,81	14,19	
	Helianthus tuberosus †††)	84,30	15,70	

Diese Eintheilung bietet, wie sich von selbst versteht, keine scharfen Grenzen dar, es ließen sich eine große Anzahl Unterabtheilungen machen, für Pflanzen namentlich, in denen die Alkalien ersetzbar sind durch Kalk und Bittererde. So weit unsere Erfahrungen reichen, findet wohl in unseren Culturpflanzen ein Ersatz von Kali und Natron Statt, aber ein Ersatz der Alkalien durch Kalk ist in diesen noch nicht beobachtet worden.

So gehört die Kartoffelpflanze in Hinsicht auf die Bestandtheile ihrer Blätter zu den Kalkpflanzen, in Beziehung auf die der Knollen (welche nur unbestimmte Spuren von Kalk enthalten) zu den Kalipflanzen.

---

*) Hertwig.
**) Wiegmann und Polstorf.
***) Berthier und Braconnot.
†) de Saussure.
††) Hruschauer.
†††) Braconnot.

Bei den Kieselpflanzen sind diese Unterschiede ganz besonders wahrnehmbar.

Man sieht leicht, daß, verglichen mit dem Hafer und dem Weizen, in Beziehung auf die in Salzsäure löslichen Bestandtheile, die Gerste zu den Kalkpflanzen gehört, während sie nach ihrem Kieselerdegehalte den Kieselpflanzen zugerechnet werden muß. So enthält die Runkelrübe phosphorsaure Bittererde und nur Spuren von Kalk, die weiße Rübe phosphorsauren Kalk und nur Spuren von Bittererde.

Aus der Menge der Asche und ihrer bekannten Zusammensetzung läßt sich mit Leichtigkeit berechnen, an welchen Bestandtheilen und in welchem Grade die einzelnen Pflanzengattungen, die Kieselpflanzen, Kalk- und Kalipflanzen den Boden erschöpfen.

Das folgende Beispiel wird dies anschaulich machen.

In einer Ernte werden dem Boden (4 Morgen Hess.) entzogen durch:

	Salze mit alkalischen Basen.		Kalk, Bittererde- Eisenoxydsalze.		Kieselerde.
Weizen	im Stroh 95,31	Pfd.	— 34,75	Pfd.	Pfd.
	im Korn 35,20	130,51	— 32,80	67,55	— 260,05
Erbsen	im Stroh 154,40		—354,80		
	im Korn 44,02	198,42	— 16,68	371,48	— 46,60
Roggen	im Stroh 40,73		— 36,00		
	im Korn 42,05	82,78	— 21,82	57,82	— 139,77
Runkelrüben ohne Blätter		361,00	—	37,84	— »
Helianthus tuberosus .		556,00	—	104,00	— »

An phosphorsauren Salzen wurden dieser Fläche durch diese Ernten entzogen *):

*) In diesen Zahlen hat man kein genaues, aber ein annäherndes Verhältniß der Bodenbestandtheile, die in verschiedenen Ernten hin-

Erbsen*).	Weizen.	Roggen.	Topinambour.	Rüben**).
117 —	112,43 —	77,05 —	122 —	37,84.

Nach dem Vorhergegangenen empfingen die Pflanzen von dem Boden, auf dem sie zur vollkommenen Entwickelung, zur Blüthe und Fruchtbildung gelangen, gewisse Bestandtheile; in reinem Wasser, in reiner Kieselerde, oder in ei-

---

weggenommen werden. Die Analysen der Aschen sind soweit benutzt worden, als sie bis dahin gemacht und bekannt waren. Die des Weizensamens und Strohs ist von de Saussure, die des Erbsenstrohes von Hertwig, die der Erbsen von Dr. Will, die der Asche des Roggenstrohes und Samens von Dr. Fresenius, der Runkelrüben von Hruschauer, des Helianthus tub. von Braconnot. Genaue und zuverlässige Zahlen werden nur dann erhalten werden, wenn von einer gegebenen Oberfläche der Aschengehalt der darauf gewonnenen Frucht bestimmt, und diese Asche selbst der Analyse unterworfen wird, also nicht wie in dem Obigen, wo die Analyse sich auf die Asche einer Pflanze bezieht, die in einer andern Gegend und auf einem andern Boden und unter anderen Verhältnissen gewonnen wurde. So z. B. erhielt Bousingault vom Erbsenstroh (stark gedüngt) 11,2 p. c. Asche, de Saussure nur 8 p. c. (mit Samen) und Hertwig nur 5 p. c. Diese Zahlen ändern die absolute Menge, aber auf die relativen Verhältnisse haben sie wenig oder keinen Einfluß.

Die Aschen-Analysen von Sprengel konnten nicht benutzt werden, weil sie durchweg falsch sind und nicht das geringste Vertrauen verdienen. So z. B. besteht die Asche der Samen von Weizen, von Erbsen, Saubohnen, Roggen ꝛc. aus phosphorsauren Salzen ohne alle Beimischung von kohlensauren, diese Aschen enthalten keine Kieselsäure. Sprengel findet in den Erbsen 18 p. c., im Roggen 15 p. c. Kieselerde. Die Asche des Roggensamens enthält 48 p. c., die der Erbsen 34,23 p. c. wasserfreie Phosphorsäure, er giebt in den Erbsen 4 p. c., in dem Roggen 8 p. c. Phosphorsäure an. Bemerkenswerth ist, daß in der Erbsenasche alle Basen als dreibasisch phosphorsaure Salze, in der Asche des Roggens und Weizens als zweibasische enthalten sind.

*) Stark gedüngt.

**) Stark gedüngt.

nem Boden, in welchem diese Bestandtheile fehlen, sehen wir die Entwickelung der Pflanzen in eine sehr enge Grenze eingeschlossen; fehlt die Zufuhr von Alkalien, von Kalk und Bittererde, so wird nur eine der in dem Samen als Vorrath dieser Subſtanzen entsprechende Menge Halme, Blätter, Blüthen gebildet werden. Fehlt es an phosphorsauren Salzen, so bildet sich der Samen nicht aus.

Je rascher sich die Pflanze entwickelt, je schneller ihre Blätter an Anzahl und Größe zunehmen, desto größer muß in einer gegebenen Zeit die Zufuhr an alkalischen Basen sein.

Es ist klar, wenn alle Pflanzen ohne Unterschied dem Boden gewisse Pflanzentheile entziehen, so kann keine ihn verbessern oder reicher und fruchtbarer für eine andere Pflanzengattung machen. Wenn wir in Gegenden, auf denen seit undenklichen Zeiten die Vegetation nicht gewechselt hat, den Wald in Culturland verwandeln, wenn wir die Asche der gefällten Bäume und Sträucher auf dem Felde vertheilen, so haben wir dem im Boden vorhandenen einen neuen Vorrath von alkalischen Basen, von phosphorsauren Salzen hinzugefügt, welcher für hundert und mehr Ernten gewisser Gewächse hinreicht.

Enthält dieser Boden leichtverwitterbare Silicate, so haben wir darin lösliches kieselsaures Kali oder Natron, welche der Halm der Kieselpflanzen zu seiner Ausbildung nöthig hat; mit den vorhandenen phosphorsauren Salzen haben wir auf einem solchen Boden alle Bedingungen, um eine Reihe von Jahren hindurch ununterbrochen Getreide darauf zu erzielen.

Fehlt es diesem Boden an diesen Silicaten, oder enthält er nur begrenzte Mengen davon, enthält er hingegen eine

reichliche Menge Kalk- und phosphorsaure Salze, so werden wir eine Anzahl von Jahren hindurch Tabak, Erbsen, Bohnen ꝛc. und Wein davon ernten können.

Empfängt der Boden von allen diesen Stoffen, die er an die Pflanzen abgegeben hat, nichts zurück, so muß ein Zeitpunkt eintreten, wo er an eine neue Vegetation keinen dieser Bestandtheile mehr abgeben kann, wo er völlig erschöpft, völlig unfruchtbar selbst für Unkrautpflanzen werden muß.

Je nach dem ungleichen Gehalte an diesen verschiedenen Substanzen wird dieser Zustand der Unfruchtbarkeit für die eine Pflanzengattung früher eintreten als für eine andere. Ist der Boden reich an Silicaten, aber arm an phosphorsauren Salzen, so wird er durch den Anbau von Weizen früher erschöpft werden als durch Hafer oder Gerste, eben weil wir in einer Weizenernte mehr phosphorsaure Salze im Samen und im Stroh hinwegnehmen als in drei oder vier Gerste- oder Haferernten *). Fehlt es diesem Boden an Kalk, so wird die Gerste nur unvollkommen darauf gedeihen.

Es ist der Mangel an diesen zur Samenbildung unentbehrlichen Salzen, welcher verursacht, daß wir, bei allem Ueberflusse an kieselsauren Salzen, in dem einen Jahre das neunfache, in den darauf folgenden nur das dreifache oder doppelte Korn von Weizen auf demselben Boden ernten können.

Auf dem nämlichen an alkalischen Silicaten reichen Bo-

*) Das Gewicht der Asche einer Ernte Weizensamen verhält sich zu dem einer Ernte Hafer wie 34 : 42,6, die darin enthaltenen phosphorsauren Salze wie 26 : 10; die phosphorsauren Salze im Stroh ungerechnet.

den, welcher eine begrenzte Menge phosphorsaurer Salze enthält, wird der Zeitpunkt der Erschöpfung an diesen Salzen später eintreten, wenn wir den Weizen abwechseln lassen mit Pflanzen, die wir vor dem Samentragen ernten, oder, was das Nämliche ist, durch die wir nur eine geringe Menge von phosphorsauren Salzen hinwegnehmen.

Cultiviren wir auf diesem Boden Erbsen oder Bohnen, so werden diese nach der Ernte Kieselerde im löslichen Zustande genug für eine darauf folgende Weizenernte zurücklassen, allein diese Pflanzen werden ihn an phosphorsauren Salzen genau so stark erschöpfen, wie der Weizen selbst, weil die Samen beider zu ihrer Ausbildung einer nahe gleichen Menge davon bedürfen.

Durch den Wechsel mit Tabak, mit Kartoffeln oder Klee, mit Pflanzen also, deren Samen sehr klein sind und verhältnißmäßig nur wenig phosphorsaure Salze enthalten, deren Knollen und Blätter nur geringe Mengen davon zu ihrer Ausbildung bedürfen, werden wir in Stand gesetzt, die Erschöpfung des Bodens an phosphorsauren Salzen aufzuhalten, aber eine jede derselben hat ihn um eine gewisse Menge phosphorsaurer Salze ärmer gemacht; wir haben durch den Wechsel mit anderen Gewächsen den Zeitpunkt der Erschöpfung weiter hinausgeschoben, wir haben dem Gewichte nach mehr Zucker, Amylon ꝛc. geerntet, aber an eigentlichen Nahrungsstoffen, an Blutbestandtheilen nicht gewonnen. Ist der Boden arm an Kalksalzen, so werden unter sonst gleichen Bedingungen der Tabak, der Klee und die Erbsen nicht gedeihen, ohne daß das Wachsthum der Runkelrübe oder weißen Rübe, vorausgesetzt, daß es an Alkalien nicht fehlt, dadurch beeinträchtigt wird.

Wenn auf einem Boden, welcher schwer oder langsam

verwitternde Silicate enthält, in seinem natürlichen Zustande durch den Einfluß der Atmosphäre erst in drei oder vier Jahren so viel Kieselsäure zur Aufschließung gelangt, als für eine Weizenernte hinreicht, so wird man, vorausgesetzt, daß es an den zur Samenbildung nöthigen phosphorsauren Salzen nicht fehlt, erst von drei zu drei Jahren Weizen auf diesem Felde bauen können. Wir können diesen Zwischenraum abkürzen, die Verwitterung beschleunigen und einen größeren Vorrath von löslichen kieselsauren Salzen schaffen, wenn wir durch die mechanische Bearbeitung die Oberfläche des Bodens vergrößern und ihn der Luft und Feuchtigkeit zugänglicher machen, oder wenn wir durch Anwendung von gebranntem Kalk die Zersetzung des Silicates befördern, es ist aber gewiß, daß durch alle diese Mittel, wenn sie auch eine Zeitlang uns reichere Ernten sichern, der Boden um so früher seine natürliche Fruchtbarkeit verlieren muß.

Ist das Verhältniß von dem in drei oder vier Jahren aufgeschlossenen Alkali und Kieselerde nur für eine einzige Ernte Weizen hinreichend, ist also nicht mehr Alkali in Freiheit gesetzt und verwendbar geworden, so können wir in der Zwischenzeit ohne Nachtheil für die Weizenernte auf dem nämlichen Boden keine anderen Pflanzen cultiviren, denn dasjenige Alkali, was diese letztere nöthig hat zu ihrer eigenen Entwickelung, kann zum Nutzen der Weizenpflanze nicht verwendet werden.

Aus dem bekannten Verhältnisse von Alkali und Kieselerde, welche in der Verwitterung der Silicate bei ihrem Uebergange in Thon und bei der Aufschließung des Thons*)

*) Mit jedem Aequivalente Kali, was sich von den Bestandtheilen eines Aeq. Feldspaths trennt, wird 1 Aeq. Kieselerde in Freiheit gesetzt.

in Freiheit gesetzt worden, ergiebt sich, daß für eine gegebene Menge der löslich gewordenen Kieselerde der Boden eine weit größere Menge Alkali im löslichen Zustande empfängt, als dem Verhältnisse entspricht, in welchem beide in dem Stroh der Getreidepflanzen enthalten sind.

In der Zeit der Brache, die wir in letzterem Falle zwischen je zwei Weizenernten legen müssen, können wir deshalb den Ueberschuß der Alkalien zur Cultur einer andern Pflanze verwenden, welche Salze mit alkalischer Basis, aber keine Kieselerde im löslichen Zustande bedarf. Wir können Runkelrüben, ja Kartoffeln vor dem Weizen bauen, wenn das an Kieselerde reiche Kraut der letzteren dem Felde nicht genommen wird.

In dem Vorhergehenden haben wir die Aenderungen in der Beschaffenheit und Zusammensetzung in Betrachtung gezogen, welche ein Feld erleidet, auf dem wir eine Anzahl von Jahren hindurch eine Reihenfolge von Culturgewächsen geerntet haben.

Wenn dieses Feld ein gehöriges Verhältniß von alkalischen Silicaten, Thon, Kalk und Bittererde enthält, so wird man darin einen verhältnißmäßig unerschöpflichen Vorrath von Alkalien, alkalischen Erden und Kieselerde haben, mit dem Unterschiede jedoch, daß derselbe nicht überall zu gleichen Zeiten verwendbar für die Pflanze ist. Wir können durch mechanische Bearbeitung, sowie durch chemische Mittel (Kalk u. s. w.) die Zeit verkürzen, in welcher dieser Vorrath eine zu den Lebensfunctionen der Pflanze geeignete Form erhält, allein diese Stoffe reichen nicht hin, um der Pflanze eine vollendete Entwickelung zu gestatten.

In dem Weizenstroh, Haferstroh und Roggenstroh sind auf 10 Aeq. Kieselerde nur 1 Aeq., höchstens 2, an Alkalien enthalten.

Wenn in demselben phosphorsaure und schwefelsaure Salze fehlen, so wird die Pflanze nicht zum Samentragen kommen, eben weil alle Samen ohne Unterschied Verbindungen enthalten, in denen Phosphorsäure sowie Schwefel nie fehlende Bestandtheile ausmachen.

Mit allem Ueberflusse an diesen anderen Bestandtheilen wird der Boden völlig unfruchtbar werden, wenn der Zeitpunkt eintritt, wo er an eine neue Vegetation keine phosphor- und schwefelsauren Salze mehr abgeben kann.

Wir müssen annehmen, daß zur Bildung der Halme, des Krautes, zur Fixirung des Kohlenstoffs, zur Erzeugung von Zucker, Amylon und Holzfaser eine gewisse Quantität Alkali (bei den Kalipflanzen), oder ein Aequivalent Kalk (bei den Kalkpflanzen) nöthig ist, allein wir müssen uns denken, daß mit aller Zufuhr an Ammoniak und Kohlensäure sich nur eine den phosphorsauren Salzen entsprechende Menge der sogenannten Blutbestandtheile in dem Organismus der Pflanze bilden kann. Die Erzeugung der stickstoff- und schwefelhaltigen Bestandtheile des Saftes steht mit ihrer Gegenwart in der engsten Beziehung.

Ein jeder Boden, auf welchem irgend eine Unkrautpflanze zur Entwickelung gelangt, ist zur Cultur geeignet, im Falle die Unkrautpflanze beim Verbrennen eine alkalische Asche hinterläßt. Die Alkalien dieser Asche stammen von Silicaten her, neben dem Alkali muß lösliche Kieselerde vorhanden sein.

Ein solcher Boden enthält vielleicht die für eine Kartoffel- oder Rübenernte hinreichende Menge von phosphorsaurer Bittererde und phosphorsaurem Kalk, ohne deshalb reich genug daran für eine Weizenernte zu sein.

Aus diesen Betrachtungen ergiebt sich die große Wichtig-

keit, die man in der Kunst des Ackerbaues den phosphorsauren Salzen beizulegen hat. Diese Salze finden sich stets nur in geringer Menge in der Ackererde, und um so größere Aufmerksamkeit muß darauf verwendet werden, um jeder Erschöpfung daran vorzubeugen.

Jedermann weiß, daß in dem begrenzten, wiewohl ungeheuern Raume des Meeres ganze Welten von Pflanzen und Thieren aufeinander folgen; daß eine Generation dieser Thiere alle ihre Elemente von den Pflanzen erhält, daß die Bestandtheile ihrer Organe nach dem Tode des Thieres die ursprüngliche Form wieder annehmen, in welcher sie einer neuen Generation von Thieren zur Nahrung dienen.

Der Sauerstoff, den die Seethiere in ihrem Athmungsprocesse der daran so reichen, im Wasser gelöst'en Luft (sie enthält 32 bis 33 Volum p. c., die atmosphärische nur 21 p. c. Sauerstoff) entziehen, er wird in dem Lebensprocesse der Seepflanzen dem Wasser wieder ersetzt; er tritt an die Producte der Fäulniß der gestorbenen Thierleiber, verwandelt ihren Kohlenstoff in Kohlensäure, ihren Wasserstoff in Wasser, während ihr Stickstoff die Form von Ammoniak wieder annimmt.

Wir beobachten, daß im Meere, ohne Hinzutritt oder Hinwegnahme eines Elementes, ein ewiger Kreislauf stattfindet, der nicht in seiner Dauer, wohl aber in seinem Umfange begrenzt ist, durch die in dem begrenzten Raume in endlicher Menge enthaltene Nahrung der Pflanze.

Wir wissen, daß bei den Seegewächsen von einer Zufuhr von Nahrung, von Humus durch die Wurzel nicht die Rede sein kann. Welche Nahrung kann in der That die faustdicke Wurzel des Riesentangs aus einem nackten Felsstücke ziehen, an dessen Oberfläche man nicht die kleinste Veränderung

wahrnimmt, eine Pflanze, welche eine Höhe von 360 Fuß erreicht (Cook), von welcher ein Exemplar mit seinen Blättern und Zweigen tausende von Seethieren ernährt! Diese Pflanzen bedürfen offenbar nur einer Befestigung, eines Haltpunktes, was den Wechsel des Ortes hindert, oder eines Gegenstandes, wodurch ihr geringeres specifisches Gewicht ausgeglichen wird, sie leben in einem Medium, was allen ihren Theilen die ihnen nöthige Nahrung zuführt; das Meerwasser enthält ja nicht allein Kohlensäure und Ammoniak, sondern auch die phosphorsauren und kohlensauren Alkalien und Erdsalze, welche die Seepflanze zu ihrer Entwickelung bedarf, die wir als nie fehlende Bestandtheile in ihrer Asche finden.

Alle Erfahrungen geben zu erkennen, daß die Bedingungen, welche das Dasein und die Fortdauer der Seepflanzen sichern, die nämlichen sind, welche das Leben der Landpflanzen vermitteln.

Die Landpflanze lebt aber nicht, wie die Seepflanze, in einem Medium, was alle ihre Elemente enthält und jeden Theil ihrer Organe umgiebt, sondern sie ist auf zwei Medien angewiesen, von denen das eine, der Boden, die Bestandtheile enthält, die in dem andern, der Atmosphäre, fehlen.

Wie ist es möglich, kann man fragen, daß man jemals über den Antheil, den der Boden, den seine Bestandtheile an dem Gedeihen der Pflanzenwelt nahmen, im Zweifel sein konnte? daß es eine Zeit gab, wo man die mineralischen Bestandtheile der Pflanze nicht als nothwendig und wesentlich betrachtete!

Auch an der Oberfläche der Erde hat man ja den nämlichen Kreislauf beobachtet, einen unaufhörlichen Wechsel, eine ewige Störung und Wiederherstellung des Gleichgewichts.

Die Erfahrungen in der Agricultur geben zu erkennen, daß die Zunahme von Pflanzenstoff auf einer gegebenen Oberfläche wächst mit der Zufuhr von gewissen Stoffen, welche ursprünglich Bestandtheile der nämlichen Bodenoberfläche waren, die von der Pflanze daraus aufgenommen wurden; die Excremente der Menschen und Thiere stammen ja von den Pflanzen, es sind ja gerade die Materien, welche in dem Lebensprocesse des Thieres oder nach seinem Tode die Form wieder erhalten, die sie als Bodenbestandtheile besaßen.

Wir wissen, daß die Atmosphäre keinen dieser Stoffe enthält, daß sie dieselben nicht ersetzt, wir wissen, daß ihre Hinwegnahme von dem Acker eine Ungleichheit der Production, einen Mangel an Fruchtbarkeit nach sich zieht, daß wir durch Hinzuführung dieser Stoffe die Fruchtbarkeit erhalten, daß wir sie vermehren können.

Kann nun nach so vielen, so schlagenden Beweisen über den Ursprung der Bestandtheile der Thiere und der Bestandtheile der Pflanzen, den Nutzen der Alkalien, der phosphorsauren Salze, des Kalks der kleinste Zweifel über die Principien herrschen, auf welchen die rationelle Agricultur beruht?

Beruht denn die Kunst des Ackerbaues auf etwas anderem als auf der Wiederherstellung des gestörten Gleichgewichtes?

Ist es denkbar, daß ein reiches fruchtbares Land mit einem blühenden Handel, welches Jahrhunderte lang die Producte seines Bodens in der Form von Vieh und Getreide ausführt, seine Fruchtbarkeit behält, wenn der nämliche Handel ihm nicht die entzogenen Bestandtheile seiner Aecker, welche die Atmosphäre nicht ersetzen kann, in der Form von Dünger wieder zuführt! Muß nicht für dieses Land der nämliche

Fall eintreten, wie für die einst so reichen fruchtbaren Gegenden Virginiens, in denen kein Weizen und kein Tabak mehr gebaut werden kann!

In Englands großen Städten werden die Producte der englischen und überdies noch fremden Agricultur verzehrt; die den Pflanzen unentbehrlichen Bodenbestandtheile von einer ungeheuern Oberfläche kehren aber nicht auf die Aecker zurück. Einrichtungen, welche in der Sitte und Gewohnheit des Volkes liegen und diesem Lande eigenthümlich sind, machen es schwierig, vielleicht unmöglich, die unermeßliche Menge der phosphorsauren Salze (der wichtigsten, wiewohl in dem Boden in kleinster Menge enthaltenen Mineralsubstanzen) zu sammeln, welche täglich in der Form von Urin und festen Excrementen den Flüssen zugeführt werden.

Wir sahen für die an phosphorsauren Salzen so erschöpften englischen Felder den merkwürdigen Fall eintreten, daß die Einfuhr von Knochen (phosphorsauren Kalkes) von dem Continente den Ertrag derselben wie durch einen Zauber um's Doppelte erhöhte.

Die Ausfuhr dieser Knochen muß aber, wenn sie in dem nämlichen Maßstabe fortdauern sollte, nach und nach den deutschen Boden erschöpfen; der Verlust ist um so größer, da ein einziges Pfund Knochen so viel Phosphorsäure wie ein ganzer Centner Getreide enthält.

Tausende von Centnern an phosphorsauren Salzen führt die Themse und die anderen Flüsse Großbritanniens jährlich dem Meere zu.

Tausende von Centnern der nämlichen Materien, welche aus dem Meere stammen, fließen jetzt in dem Guano jährlich in das Land wieder zurück.

Die unvollkommene Kenntniß von der Natur und den

Eigenschaften der Materie gab in der alchemistischen Periode zu der Meinung Veranlassung, daß die Metalle, das Gold, sich aus einem Samen entwickelten. Man sah in den Krystallen und ihren Verästelungen die Blätter und Zweige der Metallpflanze, und alle Bestrebungen gingen dahin, um den Samen und die zu seiner Entwickelung geeignete Erde zu finden. Ohne einem gewöhnlichen Pflanzensamen scheinbar etwas zu geben, sah man ihn ja zu einem Halme, zu einem Stamme sich entwickeln, welcher Blüthen und wieder Samen trug. Hatte man den Metallsamen, so durfte man ähnliche Hoffnungen hegen.

Diese Vorstellungen konnte nur eine Zeit gebären, wo man von der Atmosphäre so gut wie nichts wußte, wo man von dem Antheile, den die Erde, den die Luft an den Lebensprocessen in der Pflanze und dem Thiere nimmt, keine Ahnung hatte.

Die heutige Chemie stellt die Elemente des Wassers dar, sie setzt dieses Wasser mit allen seinen Eigenschaften aus diesen Elementen zusammen, aber sie kann diese Elemente nicht schaffen, sie kann sie nur aus dem Wasser gewinnen. Das neugebildete künstliche Wasser ist früher Wasser gewesen.

Viele unserer Landwirthe gleichen den alten Alchemisten, wie diese dem Stein der Weisen, so streben sie dem wunderbaren Samen nach, der ohne weitere Zufuhr von Nahrung auf ihrem Boden, der kaum reich genug für die gewöhnlich cultivirten Pflanzen ist, hundertfältig tragen soll!

Die seit Jahrhunderten, seit Jahrtausenden gemachten Erfahrungen sind nicht im Stande, sie vor immer neuen Täuschungen zu bewahren; die Kraft des Widerstandes gegen

solchen Aberglauben kann nur die Kenntniß wahrer wissenschaftlicher Principien gewähren.

In der ersten Zeit der Philosophie der Natur war es das Wasser allein, aus dem sich das Organische entwickelte, dann war es das Wasser und gewisse Bestandtheile der Luft, und jetzt wissen wir mit der größten Bestimmtheit, daß noch andere Hauptbedingungen, welche die Erde liefert, zu diesen beiden sich gesellen müssen, wenn die Pflanze das Vermögen, sich fortzupflanzen und zu vervielfältigen, erlangen soll.

Die Menge der in der Atmosphäre enthaltenen Nahrungsstoffe der Pflanzen ist begrenzt, allein sie muß vollkommen ausreichend sein, um die ganze Erdrinde mit einer reichen Vegetation zu bedecken.

Beachten wir, daß unter den Tropen und in den Gegenden der Erde, wo sich die allgemeinsten Bedingungen der Fruchtbarkeit, Feuchtigkeit, ein geeigneter Boden, Licht und eine höhere Temperatur vereinigen, daß dort die Vegetation kaum durch den Raum begrenzt ist, daß da, wo der Boden zur Befestigung fehlt, die absterbende Pflanze, ihre Rinde und Zweige selbst zum Boden werden. Es ist klar, daß es den Pflanzen dieser Gegenden an atmosphärischem Nahrungsstoffe nicht fehlen kann, er fehlt auch unseren Culturpflanzen nicht.

Durch die unaufhörliche Bewegung der Atmosphäre wird allen Pflanzen eine gleiche Menge von den zu ihrer Entwickelung nöthigen luftförmigen Nahrungsstoffen zugeführt, die Luft unter den Tropen enthält nicht mehr davon wie die Luft in den kalten Zonen, und dennoch wie verschieden scheint das Productionsvermögen von gleichen Flächen Landes dieser verschiedenen Gegenden zu sein.

Alle Pflanzen der tropischen Gegenden, die Oel- und Wachspalmen, das Zuckerrohr enthalten, verglichen mit unseren Culturgewächsen, nur eine geringe Menge der eigentlichen, zur Ernährung des Thieres nothwendigen Blutbestandtheile; die Knollen der einem hohen Strauche gleichen Kartoffelpflanze in Chili würden, von einem ganzen Morgen Land gesammelt, kaum hinreichen, um das Leben einer irländischen Familie einen Tag lang zu fristen (Darwin). Die zur Nahrung dienenden Pflanzen, welche Gegenstände der Cultur sind, sind ja nur Mittel zur Erzeugung dieser Blutbestandtheile. Beim Mangel an den Elementen, die zu ihrer Erzeugung der Boden liefern muß, kann sich vielleicht Holz, Zucker, Amylon, aber es werden sich die Blutbestandtheile in der Pflanze nicht bilden können. Wenn wir auf einer gegebenen Fläche mehr davon hervorbringen wollen, als auf dieser Fläche die Pflanze im freien, wilden, im normalen Zustande aus der Atmosphäre fixiren oder aus dem Boden empfangen kann, so müssen wir eine künstliche Atmosphäre schaffen, wir müssen dem Boden die Bestandtheile zusetzen, die ihm fehlen.

Die Nahrung, welche verschiedenen Gewächsen in einer gegebenen Zeit zugeführt werden muß, um eine freie und ungehinderte Entwickelung zu gestatten, ist sehr ungleich.

Auf dürrem Sande, auf reinem Kalkboden, auf nackten Felsen gedeihen nur wenige Pflanzengattungen, meistens nur perennirende Gewächse; sie bedürfen zu ihrem langsamen Wachsthume nur sehr geringer Mengen von Mineralsubstanzen, die ihnen der für andere Gattungen unfruchtbare Boden in hinreichender Menge noch zu liefern vermag; die einjährigen, namentlich die Sommergewächse, wachsen und erreichen ihre vollkommene Ausbildung in einer verhältniß-

mäßig kurzen Zeit, sie kommen auf einem Boden nicht fort, welcher arm ist an den zu ihrer Entwickelung nothwendigen Mineralsubstanzen.

Um ein Maximum von Größe in der gegebenen kurzen Periode ihres Lebens zu erlangen, reicht die in der Atmosphäre enthaltene Nahrung nicht hin. Es muß für sie, wenn die Zwecke der Cultur erreicht werden sollen, in dem Boden selbst eine künstliche Atmosphäre von Kohlensäure und von Ammoniak geschaffen, und dieser Ueberschuß von Nahrung, welcher den Blättern fehlt, er muß den ihnen correspondirenden Organen, welche sich im Boden befinden, zugeführt werden.

Das Ammoniak reicht aber mit der Kohlensäure nicht hin, um zu einem Bestandtheile der Pflanze, um zu einem Nahrungsstoffe für das Thier zu werden, ohne die Alkalien wird kein Albumin, ohne Phosphorsäure und Erdsalze wird kein Pflanzenfibrin, kein Pflanzencaseïn gebildet werden können, die Phosphorsäure des phosphorsauren Kalkes, den wir in den Rinden und Borken der Holzpflanzen in großer Menge als Excrement sich ausscheiden sehen, wir wissen, daß sie unseren Getreide- und Gemüsepflanzen für die Bildung ihrer Samen unentbehrlich ist.

Wie verschieden verhalten sich von den Sommergewächsen die immergrünenden Gewächse, die Fettpflanzen, Moose, die Nadelhölzer und Farrenkräuter. Sommer und Winter nehmen sie zu jeder Zeit des Tages Kohlenstoff durch ihre Blätter auf, durch Absorption von Kohlensäure, die ihnen der unfruchtbare Boden nicht liefern kann; ihre lederartigen oder fleischigen Blätter halten das aufgesaugte Wasser mit großer Kraft zurück und verlieren verhältnißmäßig zu anderen Gewächsen nur wenig davon durch Verdunstung.

Wie gering ist zuletzt die Menge der Mineralsubstanzen,

die sie während ihres kaum stillstehenden Wachsthums das ganze Jahr hindurch dem Boden entziehen, wenn wir sie mit der Menge vergleichen, die z. B. eine Ernte Weizen bei gleichem Gewichte in drei Monaten vom Boden empfängt!

Es ergiebt sich aus dem Vorhergehenden, daß die Vortheilhaftigkeit des Fruchtwechsels darauf beruht, daß die Culturgewächse ungleiche Mengen gewisser Nahrungsstoffe dem Boden entziehen.

In einem fruchtbaren Boden müssen die Pflanzen alle zu ihrer Entwickelung unentbehrlichen anorganischen Bestandtheile in hinreichender Menge und in einem Zustande vorfinden, welcher der Pflanze die Aufnahme gestattet.

Ein durch die Kunst vorbreitetes Feld enthält eine gewisse Summe dieser Bestandtheile, so wie verwesende Pflanzenstoffe und Ammoniaksalze. Wir lassen auf eine Kalipflanze (Rüben, Kartoffeln) eine Kieselpflanze, auf diese eine Kalkpflanze folgen.

Alle diese Pflanzen bedürfen der Alkalien und phosphorsauren Salze, die Kalipflanze der größten Menge an ersteren und der kleinsten Zufuhr an den anderen. Die Kieselpflanze bedarf neben löslicher Kieselsäure, welche die Kalipflanze zurückläßt, einer beträchtlichen Menge phosphorsaurer Salze, die darauf folgende Kalkpflanze (Erbsen, Klee) kann ihn so weit an diesem wichtigen Bodenbestandtheile erschöpfen, daß nur noch soviel übrig bleibt, um einer Ernte Hafer oder Roggen die Samenbildung zu gestatten.

Von der Quantität der vorhandenen kieselsauren und phosphorsauren Alkalien oder Kalk- und Bittererdesalzen hängt die Anzahl der zu erzielenden Ernten ab.

Der vorhandene Vorrath kann für zwei Ernten einer Kali-, einer Kalkpflanze, für drei und mehr Ernten einer

Kieselpflanze, und alle zusammen genommen für fünf, für sieben Ernten hinreichen, allein nach dieser Zeit müssen alle Mineralsubstanzen, welche wir dem Boden in der Form von Frucht, Kraut und Stroh genommen haben, wieder erneuert, das Gleichgewicht muß wieder hergestellt werden, wenn das Feld wieder seine ursprüngliche Fruchtbarkeit erhalten soll.

Dies geschieht durch den Dünger.

Man kann annehmen, daß in den Wurzeln und Stoppeln der Getreidepflanzen, in den fallenden Blättern der Holzpflanzen der Boden soviel Kohlenstoff wieder empfängt, als er im Beginn der Vegetation in der Form von Kohlensäure, die durch Verwesung von Humus erzeugt wurde, von ihm empfing, das Kraut der Kartoffeln, die Wurzeln des Klees bleiben ebenfalls im Boden zurück; während diese Ueberreste im Winter in Fäulniß und Verwesung übergehen, findet die junge Pflanze, das Samenkorn, eine neue Quelle der Kohlensäurebildung wieder vor. Durch diese Pflanzen wird der Boden an Humus nicht erschöpft.

Man kann zuletzt aus theoretischen Gründen schließen, daß der Boden von den Pflanzen während ihres Lebens ebensoviel oder mehr noch an kohlenstoffreichen Materien empfängt, als er an sie abgiebt, daß er durch einen an der Oberfläche der Wurzelfasern vor sich gehenden Excretionsproceß an Stoffen bereichert wird, die während des Winters in Fäulniß und Verwesung und damit wieder in Humus übergehen.

Das Vorhandensein eines Secretions- und Excretionsprocesses ist von einigen Physiologen behauptet, von anderen wieder geleugnet worden, so daß in diesem Augenblicke die Meinungen darüber getheilt sind. Niemand zweifelt indessen

daran, daß der an den Blättern und grünen Theilen der Gewächse sich ausscheidende Sauerstoff ein Excrement ist. In dem Acte der vitalen Thätigkeit der Pflanze wird der Kohlenstoff der Kohlensäure, der Wasserstoff des Wassers zu einem Bestandtheile ihrer Organe, während der nicht assimilirte Sauerstoff sich abscheidet.

Wir haben in den Blüthen flüchtige Oele, kohlen- und wasserstoffreiche Verbindungen, die ebenfalls zu weiteren vitalen Processen nicht mehr verwendbar sind, wir sehen aus der Rinde Harze, Balsame und Gummi ausfließen, aus Blättern und Blatthaaren Zucker und schleimige Materien ausschwitzen.

An der Oberfläche der Rinden, der Wurzeln und aller nicht grünen Pflanzentheile wird kein Sauerstoff abgeschieden, an diesen beobachten wir im Gegentheil die Absonderung kohlenstoffreicher Substanzen, die, in dem Lebensprocesse der Pflanze erzeugt, keine Veränderung gefunden haben. Vergleichen wir z. B. die Borkenrinde der Tannen*), Fichten, Buchen, Eichen mit dem Splinte und Holze, so finden wir,

*)

	Asche des Tannenholzes. (Hertwig) 1000 Holz geben 3,28 Asche.		Asche der Tannenrinde. (Hertwig) 1000 Rinde geben 17,85 Asche.	
lösliche Salze 18,72	kohlensaures Natron 7,42 kohlensaures Kali 11,30 Kochsalz } Spuren. schwefelsaures Kali }		lösliche Salze 2,95	
unlösliche Salze 81,28	kohlensaurer Kalk	50,94	— 64,98	unlösliche Salze 97,05.
	Bittererde	5,60	— 0,93	
	phosphorsaurer Kalk	3,43	— 5,03	
	— Bittererde	2,90	— 4,18	
	— Manganoxydul	Spuren.		
	— Eisenoxyd	1,04	— 1,04	
	— Thonerde	1,75	— 2,42	
	Kieselerde	13,37	— 17,28	
	Verlust	2,26	— 1,79	
		100,00	100,00	

daß sie in ihrem Verhalten und ihrer Zusammensetzung wesentlich von einander abweichen.

Während das eigentliche Holz nur ¼ bis 2 p. c. Asche hinterläßt, giebt die Eichen-, Tannen-, Weiden-, Buchenborke 6, 10 bis 15mal mehr. Die Aschen des Holzes und der Rinde haben eine sehr verschiedene Zusammensetzung. Die anorganischen Bestandtheile der Rinde sind offenbar Stoffe, die der lebendige Organismus ausgestoßen hat.

Ganz dasselbe muß für die organischen Bestandtheile der Rinden angenommen werden. Die Rinde der Korkeiche enthält beinahe die Hälfte ihres Gewichts an fetten oder fettähnlichen Materien, die wir, wiewohl in einem kleinern Verhältnisse, in den Tannen- und Fichtenrinden wiederfinden. Der feste, nicht in Alkohol oder Aether lösliche Bestandtheil dieser Rinden und Borken ist von der Holzsubstanz durchaus verschieden. Die Tannen- und Eichenborken lösen sich beinahe gänzlich in Kalilauge zu einer dunkelbraun gefärbten Flüssigkeit auf, aus welcher Säuren eine Materie niederschlagen, die mit der sogenannten Humussäure die größte Aehnlichkeit hat. Das Holz wird von Kalilauge nicht angegriffen.

Diese Rinden sind insofern wahre Excremente, als sie von der lebendigen Pflanze stammen und an keiner ihrer Lebensfunctionen weitern Antheil mehr nehmen; sie können von der Pflanze hinweggenommen werden, ohne daß ihr Bestehen hierdurch gefährdet wird. Die meisten Platanen werfen bekanntlich jedes Jahr ihre Rinden ab; in ihrer wahren Bedeutung aufgefaßt, sind also in dieser Holzpflanze aus gewissen in ihrem Lebensprocesse erzeugten Verbindungen Materien entstanden, welche, zu einer weitern Veränderung unfähig, abgesondert werden.

Wir haben allen Grund zu glauben, daß diese Absonderung

an der ganzen Oberfläche stattfindet, wir beobachten sie nicht nur am Stamme, sondern auch an den kleinsten Zweigen, und wir müssen daraus schließen, daß dieser Excretionsproceß auch an den Wurzeln vor sich geht.

Wir sehen, daß das Regenwasser, worin ein Weidenzweig vegetirt, sich nach und nach dunkelbraun färbt, wir beobachten die nämliche Erscheinung an Zwiebelgewächsen (Hyacinthen), die wir in reinem Wasser wachsen lassen. Eine Ausscheidung von Excrementen kann demnach bei den Pflanzen nicht geleugnet werden, wiewohl es möglich ist, daß sie nicht bei allen Pflanzen in gleichem Grade stattfindet.

Die Bereicherung des Bodens an organischen Stoffen, durch den Anbau perennirender Gewächse, wie Esparsette und Lucerne, die sich durch eine starke Wurzelverzweigung und eben so starken Blätterwuchs auszeichnen, wird von den meisten Agronomen als eine ausgemachte Thatsache angesehen, die in dem Obigen vielleicht ihre Erklärung findet.

Die Bildung von Ammoniak kann auf dem Culturlande nicht bewirkt werden, wohl aber eine künstliche Humuserzeugung, dies muß als eine Aufgabe für die Wechselwirthschaft und als eine zweite Ursache ihrer Vortheilhaftigkeit angesehen werden.

Durch Ansäen eines Feldes mit einer Brachfrucht, mit Klee, Roggen, Lupinen, Buchweizen ꝛc., und die Einverleibung der ihrer Blüthe nahen Pflanzen in den Boden, durch Umackern, schaffen wir in Folge des Verwesungsprocesses der neuen Einsaat und der sich entwickelnden jungen Pflanze ein Maximum von Nahrung, eine Atmosphäre von Kohlensäure; aller Stickstoff, den die erste Pflanze aus der Luft, alle Alkalien und phosphorsauren Salze, die sie von dem Boden empfing, sie dienen der darauf folgenden Pflanze zur freudigeren und üppigeren Entwickelung.

Der Dünger.

Um eine klare Vorstellung über den Werth und die Wirkung der thierischen Excremente zu haben, ist es vor allem wichtig sich an den Ursprung derselben zu erinnern.

Jedermann weiß, daß ein Mensch oder Thier, dem man die Speise entzieht, abmagert, daß das Gewicht seines Körpers von Tage zu Tage abnimmt. Diese Abmagerung wird nach wenig Tagen schon dem Auge sichtbar, und bei Personen, welche den Hungertod sterben, verschwindet das Fett, die Substanz der Muskeln, der Körper wird blutleer, und es bleiben zuletzt nur Häute und Knochen übrig.

Bei einer hinreichenden Zufuhr von Nahrung ändert sich hingegen das Gewicht des Körpers nicht, von vierundzwanzig Stunden zu vierundzwanzig Stunden beobachtet man bei dem gesunden erwachsenen Menschen weder eine bemerkliche Zu-, noch Abnahme an seinem Gewichte.

Diese Erscheinungen geben mit Bestimmtheit zu erkennen, daß in jedem Lebensmomente eines Thieres eine Veränderung in seinem Organismus vor sich geht, ein Theil der lebendigen Körpersubstanz tritt mehr oder weniger verändert aus dem Körper aus; das Gewicht des Körpers nimmt unaufhörlich ab, wenn die ausgetretenen oder veränderten Körpertheile nicht wieder hergestellt und ersetzt werden.

Dieser Ersatz, die Wiederherstellung des ursprünglichen Gewichtes, geschieht durch die Speisen.

Jeden Tag verzehrt ein Mensch, ein Thier eine gewisse Anzahl von Unzen oder Pfunden Brot, Fleisch oder anderen Nahrungsstoffen, in einem Jahre ein Gewicht davon, welches vielmal das Gewicht seines Körpers übertrifft; er verzehrt in der Speise eine gewisse Quantität Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel, so wie eine sehr beträchtliche Menge von Mineralsubstanzen, die wir als die Aschenbestandtheile der Nahrung kennen gelernt haben.

Wo sind, kann man fragen, alle diese Bestandtheile der Speisen hingekommen, zu welchem Zwecke haben sie gedient? in welcher Form sind sie aus dem Körper getreten? Wir haben Kohlenstoff und Stickstoff zugeführt, und das Gewicht des Körpers hat in seinem Kohlen- und Stickstoffgehalte nicht zugenommen, wir haben eine Menge Alkalien und phosphorsaure Salze in der Speise genossen, und der Gehalt unsers Körpers an diesen Stoffen ist nicht größer geworden?

Diese Frage löst sich leicht, wenn man in Betracht zieht, daß die Speisen nicht die einzigen Bedingungen der Unterhaltung des Lebensprocesses in sich schließen, daß es noch eine andere giebt, welche das Thier wesentlich von der Pflanze unterscheidet.

Das Thierleben ist nämlich abhängig von einer unaufhörlichen Eindringung von Sauerstoff, welcher in der Luft enthalten ist. Kein Thier kann ohne Luft, ohne Sauerstoff bestehen. In dem Athmungsprocesse wird in der Lunge eine gewisse Quantität Sauerstoff von dem Blute aufgenommen, die Luft, die wir einathmen, enthält diesen Sauerstoff, sie giebt ihn an die Bestandtheile des Blutes ab, mit jedem Athemzuge nimmt das Blut eines erwachsenen Menschen ein bis zwei Kubikzoll Sauerstoff aus der Luft auf. In 24 Stunden nimmt ein Mensch 10 bis 14 Unzen Sauerstoff

auf, in einem Jahre hunderte von Pfunden; wo kommt, kann man wieder fragen, dieser Sauerstoff hin? Wir nehmen Pfunde von Speisen und Pfunde von Sauerstoff in uns auf, und dennoch nimmt das Gewicht unsers Körpers entweder gar nicht, oder in einem viel kleineren Verhältnisse zu, in manchen Individuen nimmt es fortwährend ab (im Greisenalter).

Diese Erscheinung ist, wie man leicht bemerkt, nur insofern erklärbar, als der Sauerstoff und die Bestandtheile der Speisen in dem Organismus eine gewisse Wirkung auf einander ausüben, in deren Folge beide wieder verschwinden. Dies ist nun in der That der Fall, kein Theilchen des als Gas aufgenommenen Sauerstoffs bleibt im Körper, sondern er tritt in der Form von Kohlensäure oder Wasser wieder aus; der Kohlenstoff und Wasserstoff, die sich mit dem Sauerstoffe verbinden, werden von dem Organismus geliefert, und da diese Elemente des Körpers von den Speisen stammen, so kann man sagen, daß in letzter Form alle Elemente der Nahrung, welche die Fähigkeit besitzen, sich mit Sauerstoff zu verbinden, in dem lebendigen Thierkörper in Sauerstoffverbindungen übergehen, was, in der gewöhnlichen Sprechweise ausgedrückt, ganz gleichbedeutend ist einer Verbrennung.

Denken wir uns Brot, Fleisch, Kartoffeln, Heu, Hafer in einem Ofen verbrannt, so verwandelt sich bei gehörigem Luftzuge und somit bei vollkommenem Sauerstoffzutritte, der Kohlenstoff dieser Substanzen in Kohlensäure, der Wasserstoff in Wasser, der Stickstoff wird als Ammoniak in Freiheit gesetzt, der Schwefel geht in Schwefelsäure über, es bleiben zuletzt die mineralischen Bestandtheile dieser Materien als Asche zurück. Als flüchtige Producte erhalten wir

Kohlensäure, kohlensaures Ammoniak und Wasser, und neben diesen bei einer unvollkommenen Verbrennung Rauch oder Ruß, und in dem unverbrennlichen Rückstande haben wir die in der Nahrung enthaltenen Salze in unverändertem Verhältnisse.

Wenn wir diese Asche mit Wasser übergießen, so lösen sich die Alkalien, so wie die löslichen phosphorsauren Salze, Kochsalz und schwefelsauren Salze auf, der nicht im Wasser lösliche Rückstand enthält Kalk und Bittererdesalze, so wie Kieselerde, wenn der verbrannte Stoff Kieselerde enthielt.

Ganz dasselbe geht nun im Körper der Thiere vor sich. Durch Haut und Lunge athmen wir in letzter Form den Kohlenstoff und Wasserstoff der Speisen in der Form von Wasser und Kohlensäure aus, aller Stickstoff der Speise sammelt sich in der Harnblase an in der Form von Harnstoff, der durch das einfache Hinzutreten der Elemente des Wassers in kohlensaures Ammoniak übergeht. Genau so viel Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff, als wir in der Speise genossen haben, ist nach Wiederherstellung des ursprünglichen Körpergewichtes auch wieder ausgetreten. Nur in dem jugendlichen Körper und in dem Mästungsprocesse ist die Zunahme größer, ein Theil der Bestandtheile der Speisen bleibt im Körper; im Greisenalter ist sie aber wieder kleiner, es tritt mehr aus als ein.

Den in der Nahrung enthaltenen Stickstoff bekommen wir also täglich in dem Harne in der Form von Harnstoff und Ammoniakverbindungen wieder; die Faeces enthalten unverbrannte Stoffe, welche wie Holzfaser, Blattgrün, Wachs in dem Organismus keine Veränderung erlitten haben, ihr Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoffgehalt ist, vergli-

chen mit dem der Nahrung, sehr klein, was von den Secretionen des Körpers diesen unverdaubaren Materien beigemischt ist, läßt sich mit dem Russe und dem Rauche der in einem Ofen unvollkommen verbrannten Speise vergleichen.

Die Untersuchung des Harns, so wie die der Faeces hat ergeben, daß sich die Mineralbestandtheile der Speisen, die Alkalien, Salze und die Kieselerde in beiden wieder vorfinden.

Der Harn enthält alle löslichen, die Faeces alle im Wasser nicht löslichen Mineralbestandtheile der genossenen Speise, in der Art also, daß wenn wir uns denken, wie es denn auch in der That der Fall ist, die Speisen seien in dem Körper ähnlich wie in einem Ofen zu Asche verbrannt worden, so enthält der Harn die löslichen und die Faeces die unlöslichen Salze dieser Asche (siehe Anhang).

An Bodenbestandtheilen verzehrt ein Pferd*)	Unzen Asche		wird in den Excrementen des Pferdes wieder erhalten	Unzen Asche	
15 Pfd. Heu geben	18,61		im Harn	3,51	29,45
4,54 Pfd. Hafer	2,46	21,49	in den Faeces	18,36	Unzen
im Getränke	0,42			21,87	
	eine Kuh				
in 30 Pfd. Kartoffeln	6,67		im Harn	12,29	
in Heu	20,20	28,47 Unzen	in den Faeces	16,36	29,45
im Getränke	1,6		in der Milch	1,80	

Wie man aus diesen Analysen ersieht, erhält man in dem Harne und den flüssigen Excrementen des Pferdes und der Kuh, so nahe wie sich nur in Versuchen dieser Art erwarten läßt, alle Aschenbestandtheile der Nahrung in unveränderter Menge wieder.

*) Bouffingault in den Annales de chimie et de phys. LXXI.

Die Wirkung, welche die flüssigen und festen Excremente der Thiere auf unseren Aeckern hervorbringen, hört mit der Kenntniß ihres Ursprungs auf, geheimnißvoll und räthselhaft zu bleiben.

Die mineralischen Bestandtheile der Speisen, des Futters der Thiere, stammen von unseren Aeckern, wir haben sie in der Form von Samen, von Wurzeln und Kraut darauf geerntet. In dem Lebensprocesse der Thiere verwandeln sich die verbrennlichen Elemente der Nahrung in Sauerstoffverbindungen, der Harn und die Faeces enthalten die entzogenen Bodenbestandtheile unserer Felder; wir stellen, indem wir sie den Aeckern wieder einverleiben, den ursprünglichen Zustand der Fruchtbarkeit wieder her; bringen wir sie auf ein Feld, in welchem diese den Pflanzen unentbehrlichen Nahrungsstoffe fehlten, so wird das Feld fruchtbar für alle Gewächse.

Ein Theil der Ernte wurde zur Ernährung, zur Mästung von Thieren verwendet, welche von den Menschen verzehrt werden, ein anderer Theil wurde direct in der Form von Mehl, Kartoffeln, Gemüse verbraucht, ein dritter Theil besteht aus den nicht verzehrten Pflanzenüberresten, welche in der Form von Stroh zu Streu u. s. w. verwendet werden. Es ist klar, wir sind im Stande, alle Bestandtheile unserer Aecker, die wir in der Form von Thieren, Korn und Früchten ausgeführt haben, in den flüssigen und festen Excrementen der Menschen, in den Knochen und dem Blute der geschlachteten Thiere wieder zu gewinnen; es hängt nur von uns ab, durch die sorgfältige Sammlung derselben das Gleichgewicht in der Zusammensetzung unserer Aecker wieder herzustellen. Wir können berechnen, wie viel an Bodenbestand-

theilen wir in einem Schafe, einem Ochsen oder in der Milch*) einer Kuh, wie viel wir in einem Malter Gerste, Weizen oder Kartoffeln ausführen, und aus der bekannten Zusammensetzung der Faeces der Menschen läßt sich ermitteln, wie viel wir davon hinzuzuführen haben, um den Verlust, den unsere Aecker erlitten, wieder auszugleichen.

Es ist gewiß, daß wir die Excremente der Thiere und Menschen entbehren können, wenn wir im Stande sind, aus anderen Quellen uns die Stoffe zu verschaffen, durch die sie allein Werth für die Agricultur besitzen. Ob wir das Ammoniak in der Form von Urin oder in der Form eines aus Steinkohlentheer enthaltenen Salzes, ob wir den phosphorsauren Kalk in der Form von Knochen oder als Apatit zuführen, ist für den Zweck ganz gleichgültig. Die Hauptaufgabe der Agricultur ist, daß wir in irgend einer Weise die hinweggenommenen Bestandtheile, welche die Atmosphäre nicht liefern kann, ersetzen. Ist dieser Ersatz unvollkommen, so nimmt die Fruchtbarkeit unserer Felder oder die des ganzen Landes ab, führen wir mehr zu, so wird die Fruchtbarkeit gesteigert.

Die Einfuhr von Harn, von festen Excrementen aus

---

*) I. 1000 Milch hinterlassen nach dem Einäschern 67,7 Rückstand.
II. 1000 » » » » 49 »
Diese Milchaschen bestanden in 109 Theilen aus:

	I.	II.
phosphorsaurem Kalk	47,14 —	50,81
phosphorsaurer Bittererde	8,57 —	9,45
phosphorsaurem Eisenoxyd	1,43 —	1,04
Chlorkalium	29,38 —	27,03
Kochsalz	4,89 —	5,03
Natron	8,57 —	6,64

einem fremden Lande ist ganz gleichzusetzen einer Einfuhr an Korn und Vieh. Alle diese Stoffe nehmen in einer genau zu bestimmenden Zeit die Form von Getreide, Fleisch und Knochen an, sie gehen in die Leiber der Menschen über und kehren täglich in die Form, die sie ursprünglich besaßen, wieder zurück. Der einzig wirkliche Verlust, dem wir nach unseren Sitten nicht vorbeugen können, ist der an phosphorsauren Salzen, welchen die Menschen in ihren Knochen mit in ihre Gräber nehmen. Die ganze ungeheuere Quantität von Nahrung, welche der Mensch in 60 Jahren zu sich nimmt, ein jeder Bestandtheil derselben, der von unseren Aeckern stammt, kann wieder gewonnen und wieder zugeführt werden. Wir wissen mit der größten Bestimmtheit, daß nur in dem Leibe des jugendlichen oder des in der Zunahme begriffenen Thieres eine gewisse Quantität phosphorsaurer Kalk in den Knochen, von phosphorsauren Alkalien in dem Blute zurückbleibt, daß bis auf diese verhältnißmäßig für jeden Tag äußerst geringe Menge alle Salze mit alkalischen Basen, aller phosphorsaure Kalk und Bittererde, welche das Thier täglich in der Nahrung genießt, daß wir also alle unorganischen Bestandtheile der Nahrung in den festen und flüssigen Excrementen wieder gewinnen.

Ohne nur eine Analyse dieser Excremente anzustellen, können wir mit Leichtigkeit ihre Quantität, wir können bestimmen, von welcher Beschaffenheit sie sind, welche Zusammensetzung sie besitzen. Wir geben einem Pferde täglich 4½ Pfd. Hafer und 15 Pfd. Heu, der Hafer giebt 4 Proc., das Heu 9 Proc. Asche, und wir berechnen daraus, daß die täglichen Excremente des Pferdes 21 Unzen unorganische Materien enthalten müssen, die von unserm Felde stammen. Die Analyse der Haferasche und der Asche des Heues giebt uns genau

in Procenten an, wieviel Kieselerde, wieviel an Alkalien und phosphorsauren Salzen wir darinnen haben *).

Man bemerkt leicht, daß die Beschaffenheit der fixen Bestandtheile in den Excrementen sich mit der Nahrung ändert. Geben wir einer Kuh Runkelrüben oder Kartoffeln, ohne Heu oder Gerstenstroh, so haben wir in ihren festen Excrementen keine Kieselerde, wir haben darin phosphorsauren Kalk und Bittererde, in den flüssigen Excrementen haben wir kohlensaures Kali und Natron, so wie Verbindungen dieser Basen mit anorganischen Säuren. Hinterläßt das Futter oder die Speise nach dem Verbrennen eine Asche, welche lösliche phosphorsaure Alkalien enthält (Brot, Mehl, Samen aller Art, Fleisch), so bekommen wir von dem Thiere, von dem sie verzehrt werden, einen Harn, in dem wir dieses phosphorsaure Alkali wiederfinden. Giebt die Asche des Futters an Wasser kein lösliches phosphorsaures Kali ab (Heu, Rüben, Kartoffeln), sind darin nur unauflös-

---

*) Die Asche des Hafers enthält (de Sauffure)

	in 100 Theilen
lösliche Salze mit alkalischer Basis	16
phosphorsauren Kalk	24
Kieselerde	60

die Heuasche enthält (Haidlen)

	in 100 Theilen
phosphorsauren Kalk	16,1
phosphorsaures Eisenoxyd	5,0
Kalk	2,7
Bittererde	8,6
schwefelsaures Natron	1,2
» Kali	2,2
Chlorkalium	1,3
kohlensaures Natron	1,1
kohlensauren Kalk	0,9
Kieselerde	60,6
Verlust	0,8

liche phosphorsaure Erden enthalten, so ist der Harn frei von phosphorsaurem Alkali; wir finden alsdann in den Faeces die phosphorsauren Erden. Der Harn der Menschen, der fleisch- und körnerfressenden Thiere enthält phosphorsaures Alkali, der Harn der grasfressenden Thiere ist frei von diesem Salze.

Die Analyse der Excremente der Menschen*), der fischfressenden Vögel, des Guano (siehe Anhang), sowie die Ex-

*) Nach der Analyse von Berzelius enthalten:

	1000 Th. Menschenharn.	1000 Th. Harnrückstand.
Harnstoff	30,10	44,39
freie Milchsäure, milchsaures Ammoniak, Fleisch-Extract, Extractivstoffe	17,14	25,58
Harnsäure	1,00	1,49
Harnblasenschleim	0,32	0,48
schwefelsaures Kali	3,71	5,54
schwefelsaures Natron	3,16	4,72
phosphorsaures Natron	2,94	4,39
zweifach-phosphorsaures Ammoniak	1,65	2,46
Kochsalz	4,45	6,64
Salmiak	1,50	2,23
phosphorsaure Bittererde und Kalk	1,00	1,49
Kieselerde	0,03	0,05
		100,00
Wasser	933,00	
	1000,00	

1000 Theile Menschenkoth hinterließen 150 Asche (Berzelius), welche bestehen aus:

phosphorsaurem Kalk, phosphorsaurer Bittererde, Spur Gyps	100
schwefelsaurem Natron, schwefelsaurem Kali, phosphorsaurem Natron	8
kohlensaurem Natron	8
Kieselerde	16
Kohle und Verlust	18
	150

cremente des Pferdes und der Kuh (s. Anhang) geben über die darin enthaltenen Salze den genügendsten Aufschluß.

Wir bringen, wie diese Analysen ergeben, in den festen und flüssigen Excrementen der Menschen und Thiere auf unsere Aecker die Asche der Pflanzen zurück, welche zur Nahrung dieser Menschen und Thiere gedient haben. Diese Asche besteht aus löslichen und unlöslichen Salzen und Erden, welche, zur Entwickelung der Culturpflanzen unentbehrlich, der fruchtbare Boden liefern muß.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß wir mit der Zufuhr dieser Excremente dem Boden wieder das Vermögen geben, einer neuen Ernte Nahrung darzubieten — wir stellen das gestörte Gleichgewicht wieder her. Jetzt, wo wir wissen, daß die Bodenbestandtheile des Futters in den Harn und die Excremente des Thieres übergehen, das sich davon ernährt, läßt sich mit der größten Leichtigkeit der verschiedene Werth der Düngerarten feststellen. Die festen und flüssigen Excremente eines Thieres haben als Dünger für diejenigen Gewächse den höchsten Werth, welche dem Thiere zur Nahrung gedient haben. Der Koth der Schweine, die wir mit Erbsen und Kartoffeln ernährt haben, ist vor allem andern zur Düngung von Erbsen- und Kartoffelfeldern geeignet. Wir geben einer Kuh Heu und Rüben und erhalten einen Dünger, der alle Bestandtheile der Graspflanzen und Rüben enthält, dem wir zur Düngung der Rüben vor jedem andern den Vorzug geben müssen. So enthält der Taubenmist die mineralischen Bestandtheile der Körnerfrüchte, der Kaninchenmist die der krautartigen und Gemüsepflanzen; der flüssige und feste Koth der Menschen enthält die Mineralbestandtheile aller Samen in größter Menge.

Die Kenntniß der Aschenbestandtheile der Speise, des Futters, führt nach dem Obigen mit der größten Genauigkeit auf die Kenntniß der Bodenbestandtheile in den flüssigen und festen Excrementen der Thiere und Menschen.

Kennen wir die Quantität der Speise und die Zusammensetzung ihrer Asche, so wissen wir mit Bestimmtheit, wie viel lösliche Salze wir im Harne, wie viel unlösliche wir in den Faeces erhalten werden. Es ist deshalb zwecklos und überflüssig, eine größere Anzahl von Analysen hier zu geben, da diese Analysen eben so abweichend von einander sein müssen, als es die Aschenbestandtheile der genossenen Speise sind.

Der gewöhnliche Stallmist ist, wie man weiß, eine Mischung von festen Excrementen mit Urin, die in den gewöhnlichen Düngerbehältern nach und nach in Fäulniß übergeht.

In Folge der Fäulniß des Urins verwandelt sich aller darin enthaltene Harnstoff in flüchtiges kohlensaures Ammoniak, ein großer Theil der organischen Bestandtheile nimmt durch die Einwirkung der Luft unter fortdauernder Wärmeentwickelung luftförmigen Zustand an, er geht in Verwesung über; das Gewicht dieser Bestandtheile nimmt ab, das relative Verhältniß der nicht flüchtigen Mineralbestandtheile nimmt zu. Wenn wir uns denken, daß alle verwesbaren Elemente sich mit dem Sauerstoffe verbunden hätten, so würden, wie sich von selbst versteht, nur die unverwesbaren, dieses sind die Aschenbestandtheile, zurückbleiben. So enthält z. B. ganz

frischer Kuhkoth in 100 Theilen:

Wasser		84,900
verbrennliche Substanzen	12,352	14,100
Aschenbestandtheile	1,748	
		100,000

Stallmist*) ½ Jahr alt enthielt:

Wasser		79,3
verbrennliche Substanzen	14,04	20,7
Aschenbestandtheile	6,66	
		100,0

Da nun mit dem Alter des Mistes die darin enthaltenen mineralischen Nahrungsstoffe der Pflanzen zunehmen, der alte Mist also bei gleichem Gewichte 4- bis 6mal mehr enthält als der frische, so erklärt sich hieraus die verhältnißmäßig größere Wirksamkeit und der Vorzug, welchen erfahrne Landwirthe dem gegohrenen vor dem frischen Miste zugestehen.

Es ist in dem Vorhergehenden erwähnt worden, daß die thierischen Excremente in der Agricultur ersetzbar sind durch Materien, die ihre Bestandtheile enthalten. Da nun ihre Hauptwirksamkeit in ihrem Gehalte an den mineralischen Nahrungsstoffen beruht, welche die Culturpflanzen zu ihrer Entwickelung nöthig haben, so ist klar, da die Ernährung und das Gedeihen der wildwachsenden Pflanzen an die nämlichen Ursachen und Gesetze geknüpft ist, daß wir mit den mineralischen Nahrungsstoffen der wildwachsenden Pflanzen, dies will sagen mit ihrer Asche, unsere Felder in ganz gleicher Weise düngen können wie mit Thierexcrementen, daß wir damit, wenn eine zweckmäßige Auswahl getroffen wird, unsere Aecker mit allen den Bestandtheilen wieder versehen können, die wir in der Ernte der Culturpflanzen hinweggenommen haben. Die ausnehmende Wichtigkeit der Aschendüngung ist von sehr vielen Landwirthen anerkannt; in der Umgegend von Marburg und der Wetterau legt man

*) Boussingault, Ann. de ch. et de phys. III. Serie p. 237.

einen so hohen Werth auf dieses kostbare Material, daß man einen Transport von 6, 8 Stunden Weges nicht scheut, um es für die Düngung zu erhalten.

Die Wichtigkeit fällt in die Augen, wenn man in Erwägung zieht, daß die mit kaltem Wasser ausgelaugte Holzasche kieselsaures Kali gerade in dem Verhältnisse wie im Stroh enthält ($10\ Si\ O_3 + K\ O$), daß sie außer diesem Salze beträchtliche Mengen phosphorsaurer Salze enthält.

Die verschiedenen Holzaschen besitzen übrigens einen höchst ungleichen, die Eichenholzasche den geringsten, die Buchenholzasche den höchsten Werth.

Die Eichenholzasche enthält 4 bis 5 p. c. phosphorsaure Salze, die Buchenholzasche enthält den fünften Theil ihres Gewichts, der Gehalt der Fichten- und Tannenholzasche beträgt 9 bis 15 p. c., die Pappelholzasche enthält 16¾ p. c., die Asche des Haselnußstrauches 12 p. c. u. s. w. (Die Fichtenholzasche aus Norwegen enthält das Minimum von phosphorsauren Salzen, nämlich nur 0,9 p. c. Phosphorsäure. Berthier.)

Mit je hundert Pfund ausgelaugter Buchenholzasche bringen wir mithin auf das Feld eine Quantität phosphorsaurer Salze, welche gleich ist dem Gehalte von 460 Pfd. frischen Menschenexcrementen.

Nach de Saussure's Analyse enthalten 100 Th. Asche von Weizenkörnern 32 Th. lösliche und 44,5 unlösliche, im Ganzen 76,3 phosphorsaure Salze. Die Asche von Weizenstroh enthält im Ganzen 11,5 p. c. phosphorsaure Salze. Mit 100 Pfd. Buchenholzasche bringen wir mithin auf das Feld eine Quantität Phosphorsäure, welche hinreicht für Erzeugung von 4000 Pfd. Stroh (zu 4,3 p. c. Asche, de

Sauſſure), oder zu 2000 Pfd. Weizenkörner (die Aſche zu 1,3 p. c. angenommen, de Sauſſure).

Die trockenen Früchte der Roßkaſtanie (Aesculus hippocastanum) geben 34 p. c. Aſche, die eine ähnliche Zuſammenſetzung hat, wie die Aſche des Maiſes und mancher Weizenſamen*).

Die Wichtigkeit der Knochendüngung iſt für Jedermann einleuchtend. Die Knochen der Menſchen und Thiere ſtammen von dem Apatit, der in fruchtbarer Ackererde niemals fehlt; aus dem Boden geht die Knochenerde in das Heu und Stroh, überhaupt in das Futter über, was die Thiere genießen. Wenn man nun in Anſchlag bringt, daß die Knochen 55 p. c. phosphorſauren Kalk und Bittererde enthalten (Berzelius), und annimmt, daß das Heu ſo viel davon als das Weizenſtroh enthält, ſo ergiebt ſich, daß 8 Pfd. Knochen ſo viel phosphorſauren Kalk, als 1000 Pfd. Heu oder Weizenſtroh enthalten, oder 20 Pfd. davon ſo viel Phosphorſäure, als in 1000 Pfd. Weizen- oder Haferkörnern ſich vorfindet.

In dieſen Zahlen hat man kein genaues, aber ein ſehr annäherndes Maß in Beziehung auf die Quantität phosphorſaurer Salze, die der Boden dieſen Pflanzen jährlich abgiebt.

Die Düngung eines Morgens Land mit 60 Pfd. fri-

*) Aſche der Früchte der Roßkaſtanie (de Sauſſure):

Kali	51
phosphorſaures Alkali	28
Chlorkalium und ſchwefelſaures Kali	3
phosphorſaure Erden	12
Kieſelerde	0,5
Metalloxyde	0,25
Verluſt	5,25
	100

scher Knochen reicht hin, um drei Ernten (Runkelrüben, Weizen, Roggen) mit phosphorsauren Salzen zu versehen. Die Form, in welcher die phosphorsauren Salze dem Boden wiedergegeben werden, scheint hierbei aber nicht gleichgültig zu sein. Je feiner die Knochen zertheilt und je inniger sie mit dem Boden gemischt sind, desto leichter wird die Assimilirbarkeit sein; das beste und zweckmäßigste Mittel wäre unstreitig, die Knochen fein gepulvert mit ihrem halben Gewichte Schwefelsäure und 3 — 4 Th. Wasser eine Zeitlang in Digestion zu stellen, den Brei mit etwa 100 Th. Wasser zu verdünnen und mit dieser sauren Flüssigkeit (phosphorsaurem Kalk und Bittererde) den Acker vor dem Pflügen zu besprengen. In wenigen Secunden würde sich die freie Säure mit den basischen Bestandtheilen des Bodens verbinden, es würde ein höchst-fein zertheiltes, neutrales Salz entstehen. Versuche, die in dieser Beziehung auf Grauwackeboden angestellt wurden, haben das positive Resultat gegeben, daß Getreide und Gemüsepflanzen durch diese Düngungsweise nicht leiden, daß sie sich im Gegentheile auf's kräftigste entwickeln *).

In der Nähe von Knochenleim-Fabriken werden jährlich viele tausend Centner einer Auflösung von phosphorsauren

*) Sehr günstige Resultate hat man durch die Behandlung der Samen auf folgende Weise erhalten. Die zu säenden Samen werden in Mistjauche eingeweicht, sodann im nassen Zustande mit einer Mischung von 20 Theilen feingepulverten Knochen und 1 Th. gebranntem Gyps bestreut, in der Art also, daß jedes Korn mit einer dünnen Lage von dem Pulver überzogen wird; durch Besprengen mit etwas Wasser und neues Bestreuen läßt sich die umgebende Rinde noch verstärken. Man läßt die Samen alsdann an der Luft trocknen und säet sie wie gewöhnlich. Im Großen möchte wohl dieses Düngverfahren seiner Umständlichkeit halber minder dem Zwecke entsprechen, als eine starke Düngung mit Knochen und Gyps.

Salzen in Salzsäure unbenutzt verloren; er wäre wichtig, zu untersuchen, inwieweit diese Auflösung die Knochen ersetzen kann. Die freie Salzsäure würde sich mit den Alkalien, mit dem Kalke auf dem Acker verbinden, es würde ein lösliches Kalksalz entstehen, dessen Wirkung als wohlthätig auf die Vegetation an und für sich schon anerkannt ist; der salzsaure Kalk (Chlorcalcium) ist eins der Salze, die Wasser mit großer Begierde aus der Luft anziehen und zurückhalten, indem es mit dem kohlensauren Ammoniak des Regenwassers sich zu Salmiak und kohlensaurem Kalk umsetzt.

Eine Auflösung der Knochen in Salzsäure, im Herbste oder Winter auf den Acker gebracht, würde nicht allein dem Boden einen nothwendigen Bestandtheil wiedergeben, sondern demselben die Fähigkeit geben, alles Ammoniak, was in dem Regenwasser in Zeit von sechs Monaten auf den Acker fällt, darauf zurückzuhalten.

Die Asche von Braunkohlen und Torf enthält mehrentheils kieselsaures Kali; es ist klar, daß diese Asche dem Stroh der Cerealien einen Hauptbestandtheil zu liefern vermag; sie enthalten ebenfalls Beimischungen von phosphorsauren Salzen.

Es ist von ganz besonderer Wichtigkeit für den Oekonomen, sich über die Ursache der Wirksamkeit der so eben besprochenen Materien nicht zu täuschen. Man weiß, daß sie einen höchst günstigen Einfluß auf die Vegetation haben, und eben so gewiß ist es, daß die Ursache in einem Stoffe liegt, der, abgesehen von ihrer physikalischen Wirkungsweise, durch ihre Form, Porosität, Fähigkeit, Wasser anzuziehen und zurückzuhalten, Antheil an dem Pflanzenleben nimmt. Man muß auf Rechenschaft über diesen Einfluß verzichten, wenn man den Schleier der Isis darüber deckt.

Die Medicin hat Jahrhunderte lang auf der Stufe gestanden, wo man die Wirkungen der Arzneien durch den Schleier der Isis verhüllte, aber alle Geheimnisse haben sich auf eine sehr einfache Weise gelöst. Eine ganz unpoetische Hand erklärte die anscheinend unbegreifliche Wunderkraft der Quellen in Savoyen, wo sich die Walliser ihre Kröpfe vertreiben, durch einen Gehalt an Jod; in den gebrannten Schwämmen, die man zu demselben Zwecke benutzte, fand man ebenfalls Jod; man fand, daß die Wunderkraft der China in einem darin in sehr geringer Menge vorhandenen krystallinischen Stoffe, dem Chinin, daß die mannichfaltige Wirkungsweise des Opiums in einer eben so großen Mannichfaltigkeit von Materien liegt, die sich daraus darstellen lassen.

Einer jeden Wirkung entspricht die Ursache; suchen wir die Ursachen uns deutlich zu machen, so werden wir die Wirkungen beherrschen.

Als Princip des Ackerbaues muß angesehen werden, daß der Boden in vollem Maße wieder erhalten muß, was ihm genommen wird; in welcher Form dies Wiedergeben geschieht, ob in der Form von Excrementen, oder von Asche oder Knochen, dies ist wohl ziemlich gleichgültig. Es wird eine Zeit kommen, wo man den Acker, wo man jede Pflanze, die man darauf erzielen will, mit dem ihr zukommenden Dünger versieht, den man in chemischen Fabriken bereitet; wo man nur dasjenige giebt, was der Pflanze zur Ernährung dient, ganz so, wie man jetzt mit einigen Granen Chinin das Fieber heilt, wo man sonst den Kranken eine Unze Holz nebenbei verschlucken ließ.

Es giebt Pflanzen, welche Humus bedürfen, ohne bemerklich zu erzeugen; es giebt andere, die ihn entbehren

können, die einen humusarmen Boden daran bereichern; eine rationelle Cultur wird allen Humus für die ersten und keinen für die anderen verwenden, sie wird die letzteren benutzen, um die ersteren damit zu versehen.

Geben wir der Pflanze Kohlensäure und alle Materien, die sie bedarf, geben wir ihr Humus in der reichlichsten Quantität, so wird sie nur bis zu einem gewissen Grade zur Ausbildung gelangen; wenn es an Stickstoff fehlt, wird sie Kraut, aber keine Körner, sie wird vielleicht Zucker und Amylon, aber keinen Kleber erzeugen.

Durch die Zufuhr von Ammoniak und damit von Stickstoff werden die Zwecke der Agricultur ebenfalls nicht erfüllt; so nothwendig das Ammoniak für die kräftige Entwickelung der Pflanze auch ist, so reicht es dennoch für sich allein nicht hin zur Erzeugung von vegetabilischem Casein, Fibrin und Albumin, denn ohne die begleitenden Alkalien, ohne schwefelsaure und phosphorsaure Salze kennen wir diese Stoffe nicht; wir müssen voraussetzen, daß ohne ihre Mitwirkung das Ammoniak auf die Entwickelung und Bildung der Samen nicht die geringste Wirkung ausübt, daß es ganz gleichgültig ist, ob wir Ammoniak zuführen oder nicht, es wird keinen Antheil an der Bildung der Blutbestandtheile nehmen, wenn die anderen Bedingungen zu ihrer Erzeugung nicht gleichzeitig vorhanden sind.

In den flüssigen und festen Excrementen haben wir alle diese Bedingungen beisammen, keine fehlt; wir haben darin nicht nur das Ammoniak, sondern auch die Alkalien, die kieselsauren, phosphorsauren und schwefelsauren Salze, und zwar in dem relativen Verhältnisse, wie sie unsere Culturpflanzen bedürfen.

Die kräftige Wirkung des Urins rührt demnach nicht

von den darin enthaltenen Stickstoffverbindungen allein her, sondern die sie darin begleitenden phosphorsauren und schwefelsauren Salze haben einen ganz entscheidenden Antheil daran.

Der Harn enthält in dem Zustande, wo er als Dünger dient, keinen Harnstoff, weil dieser durch die Fäulniß übergeht in kohlensaures Ammoniak.

In wohlbeschaffenen, vor der Verdunstung geschützten Düngerbehältern wird das kohlensaure Ammoniak gelöst bleiben; bringen wir den gefaulten Harn auf unsere Felder, so wird ein Theil des kohlensauren Ammoniaks mit dem Wasser verdunsten, eine andere Portion davon wird von thon- und eisenoxydhaltigem Boden eingesaugt werden, im Allgemeinen wird aber nur das phosphorsaure und salzsaure Ammoniak in der Erde bleiben; der Gehalt an diesem allein macht den Boden fähig, im Verlaufe der Vegetation auf die Pflanzen eine directe Wirkung zu äußern, keine Spur davon wird den Wurzeln der Pflanzen entgehen *).

Das Vorhandensein von freiem kohlensauren Ammoniak in gefaultem Urin hat selbst in früheren Zeiten zu dem Vorschlage Veranlassung gegeben, die Mistjauche auf Salmiak zu benutzen. Von manchem Oekonomen ist dieser Vorschlag in Ausführung gebracht worden zu einer Zeit, wo der Salmiak einen hohen Handelswerth besaß. Die Mistjauche wurde in Gefäßen von Eisen der Destillation unterworfen und das Destillat auf gewöhnliche Weise in Salmiak verwandelt (Demachy).

Das durch Fäulniß des Urins erzeugte kohlensaure Am-

*) Ueber den Ammoniakgehalt des Mergels siehe Anhang.

moniak kann auf mannichfaltige Weise fixirt, d. h. seiner Fähigkeit, sich zu verflüchtigen, beraubt werden.

Denken wir uns einen Acker mit Gyps bestreut, den wir mit gefaultem Urin, mit Mistjauche überfahren, so wird alles kohlensaure Ammoniak sich in schwefelsaures verwandeln, was in dem Boden bleibt.

Wir haben aber noch einfachere Mittel, um alles kohlensaure Ammoniak den Pflanzen zu erhalten; Gyps, Chlorcalcium, Schwefelsäure oder Salzsäure, oder am besten saurer phosphorsaurer Kalk, lauter Substanzen, deren Preis ausnehmend niedrig ist, bis zum Verschwinden der Alkalinität dem Harne zugesetzt, vermögen das Ammoniak in ein Salz zu verwandeln, was seine Fähigkeit, sich zu verflüchtigen, gänzlich verloren hat.

Stellen wir eine Schale mit concentrirter Salzsäure in einen gewöhnlichen Abtritt hinein, in welchem die obere Oeffnung mit dem Düngbehälter in offener Verbindung steht, so findet man sie nach einigen Tagen mit Krystallen von Salmiak angefüllt. Das Ammoniak, dessen Gegenwart die Geruchsnerven schon anzeigen, verbindet sich mit der Salzsäure und verliert seine Flüchtigkeit; über der Schale bemerkt man stets dicke weiße Wolken oder Nebel von neuentstandenem Salmiak. In einem Pferdestalle zeigt sich die nämliche Erscheinung. Dieses Ammoniak geht nicht allein der Vegetation verloren, sondern es verursacht noch überdies eine langsam, aber sicher erfolgende Zerstörung der Mauer. In Berührung mit dem Kalke des Mörtels verwandelt es sich in Salpetersäure, welche den Kalk nach und nach auflös't, der sogenannte Salpeterfraß (Entstehung von löslichem salpetersauren Kalk) ist die Folge seiner Verwesung.

Das Ammoniak, was sich in Ställen und aus Abtritten

entwickelt, ist unter allen Umständen mit Kohlensäure verbunden. Kohlensaures Ammoniak und schwefelsaurer Kalk (Gyps) können bei gewöhnlicher Temperatur nicht mit einander in Berührung gebracht werden, ohne sich gegenseitig zu zersetzen. Das Ammoniak vereinigt sich mit der Schwefelsäure, die Kohlensäure mit dem Kalke zu Verbindungen, welche nicht flüchtig, d. h. geruchlos sind. Bestreuen wir den Boden unserer Ställe von Zeit zu Zeit mit gepulvertem Gyps, der mit verdünnter Schwefelsäure befeuchtet ist, so wird der Stall seinen Geruch verlieren, und wir werden nicht die kleinste Quantität Ammoniak, was sich gebildet hat, für unsere Felder verlieren (Mohr).

Die Harnsäure, nach dem Harnstoffe das stickstoffreichste unter den Producten des lebenden Organismus, ist im Wasser löslich, sie kann durch die Wurzeln der Pflanzen aufgenommen und ihr Stickstoff in der Form von Ammoniak, von kleesaurem, blausaurem oder kohlensaurem Ammoniak assimilirt werden.

Es wäre von außerordentlichem Interesse, die Metamorphosen zu studiren, welche die Harnsäure in einer lebenden Pflanze erfährt; als Düngmittel in reinem Zustande unter ausgeglühtes Kohlenpulver gemischt, in welchem man Pflanzen vegetiren läßt, würde die Untersuchung des Saftes der Pflanze oder der Bestandtheile des Samens oder der Frucht leicht die Verschiedenheit erkennen lassen.

In Beziehung auf den Stickstoffgehalt sind 100 Theile Menschenharn ein Aequivalent für 1300 Theile frischer Pferdeexcremente nach Macaire's und Marcet's Analysen und 600 Theile frischer Excremente der Kuh. Die kräftige Wirkung des Harns im Allgemeinen ist in Flandern vorzüglich anerkannt; allein nichts läßt sich mit dem Werthe

vergleichen, den das älteste aller Ackerbau treibenden Völker, das chinesische, den menschlichen Excrementen zuschreibt; die Gesetze des Staates verbieten das Hinwegschütten derselben, in jedem Hause sind mit der größten Sorgfalt Reservoirs angelegt, in denen sie gesammelt werden; nie wird dort für Getreidefelder ein anderer Dünger verwendet.

Wenn wir annehmen, daß die flüssigen und festen Excremente eines Menschen täglich nur 1½ Pfd. betragen (¾ Pfd. Urin und ¼ Pfd. fester Excremente), daß beide zusammengenommen 3 p. c Stickstoff enthalten, so haben wir in einem Jahre 547 Pfd. Excremente, welche 16,41 Pfd. Stickstoff enthalten, eine Quantität, welche hinreicht, um 800 Pfd. Weizen-, Roggen-, Hafer-, und 900 Pfd. Gerstenkörnern (Bouſſingault) den Stickstoff zu liefern.

Dies ist bei weitem mehr, als man einem Morgen Land hinzuzusetzen braucht, um mit dem Stickstoffe, den die Pflanzen aus der Atmosphäre aufsaugen, ein jedes Jahr die reichlichsten Ernten zu erzielen. Eine jede Ortschaft, eine jede Stadt könnte bei Anwendung von Fruchtwechsel alle ihre Felder mit dem stickstoffreichsten Dünger versehen, der noch überdies der reichste an phosphorsauren Salzen ist. Bei Mitbenutzung der Knochen und der ausgelaugten Holzasche würden für viele Bodenarten alle Excremente von Thieren völlig entbehrlich sein.

Die Excremente der Menschen lassen sich, wenn durch ein zweckmäßiges Verfahren die Feuchtigkeit entfernt und das freie Ammoniak gebunden wird, in eine Form bringen, welche die Versendung, auch auf weite Strecken hin, erlaubt.

Dies geschieht schon jetzt in manchen Städten, und die Zubereitung der Menschenexcremente in eine versendbare Form macht einen nicht ganz unwichtigen Zweig der In-

dustrie aus. Die in den Häusern in Paris in Fässern gesammelten Excremente werden in Montfaucon in tiefen Gruben gesammelt und sind zum Verkaufe geeignet, wenn sie einen gewissen Grad der Trockenheit durch Verdampfung an der Luft gewonnen haben; durch die Fäulniß derselben in den Behältern in den Häusern verwandelt sich aller Harnstoff zum größten Theile in kohlensaures Ammoniak; die vegetabilischen Theile, welche darin enthalten sind, gehen ebenfalls in Fäulniß über, alle schwefelsauren Salze werden zersetzt, der Schwefel bildet Schwefelwasserstoff und flüchtiges Schwefelammonium. Die an der Luft trocken gewordene Masse hat den größten Theil ihres Stickstoffgehalts mit dem verdampfenden Wasser verloren, der Rückstand besteht neben phosphorsaurem Ammoniak zum größten Theil aus phosphorsaurem Kalk und Bittererde und fettigen Substanzen. Unter dem Namen Poudrette kommt dieser Dünger im Handel vor, er ist seiner kräftigen Wirkung wegen sehr geschätzt. Diese Wirkung kann nicht abhängig sein von dem ursprünglich darin enthaltenen Ammoniak, eben weil der größte Theil desselben beim Trocknen entwichen ist. Nach der Analyse von Jaquemars enthält die Pariser Poudrette nicht über 1,8 p. c. Ammoniak.

In anderen Fabriken mengt man die weichen Excremente mit Holzasche oder mit Erde, die eine reichliche Quantität von ätzendem Kalk enthält, und bewirkt damit eine völlige Austreibung alles Ammoniaks, wobei sie ihren Geruch auf's vollständigste verlieren. Auch dieser Dünger kann nicht durch seinen Stickstoffgehalt wirken.

Es ist klar, daß wenn wir die festen und flüssigen Excremente der Menschen und die flüssigen der Thiere in dem Verhältnisse zu dem Stickstoffe auf unsere Aecker bringen, den

wir in der Form von Gewächsen darauf geerntet haben, so wird die Summe des Stickstoffs auf dem Gute jährlich wachsen müssen. Denn zu dem, welchen wir in dem Dünger zuführen, ist aus der Atmosphäre eine gewisse Quantität hinzugekommen.

Ein eigentlicher Verlust an Stickstoff findet niemals Statt, denn selbst die geringe Menge, welche die Menschen mit in ihre Gräber nehmen, geht den Gewächsen unverloren, denn durch Fäulniß und Verwesungsprocesse kehrt dieser Stickstoff in der Form von Ammoniak in die Erde und in die Atmosphäre zurück.

Eine gesteigerte Cultur erfordert eine gesteigerte Düngung, mit derselben muß das Productionsvermögen unserer Felder wachsen, die Ausfuhr von Getreide und Vieh muß zunehmen, sie wird gehemmt durch Mangel an Dünger.

Je nach den Producten, die man erzielen will, richten sich die Stoffe, die man als Dünger zu geben hat. Die Alkalien sind vorzugsweise zur Erzeugung der stickstofffreien Bestandtheile des Zuckers, Amylons, Pectins, Gummis nöthig; die phosphorsauren Salze wirken vorzüglich auf die Bildung der Blutbestandtheile. Ein mit thierischem Dünger und damit an phosphorsauren Salzen reichlich versehener Acker bringt eine Gerste hervor, welche die Bierbrauer verwerfen, weil sie reich an Blutbestandtheilen und verhältnißmäßig arm an Amylon ist. Was also der Viehmäster am meisten schätzt, achtet der Bierbrauer gering, eben weil der Zweck des einen die Production von Fleisch, der des andern die Fabrikation von Alkohol ist.

Die Wolle, Lumpen, Haare, Klauen und Horn sind Dünger, welche theils durch ihren Gehalt an Stickstoff,

theils durch ihren Gehalt an phosphorsauren Salzen Antheil an dem vegetabilischen Lebensprocesse nehmen.

100 Theile trockne Knochen enthalten 32 bis 33 p. c. trockne Gallerte; nehmen wir darin denselben Gehalt an Stickstoff wie im thierischen Leim an, so enthalten sie 5,28 p. c. Stickstoff, sie sind mithin als Aequivalent für 250 Th. Menschen-Urin zu betrachten.

Die Knochen halten sich in trocknem oder selbst feuchtem Boden (z. B. die in Lehm oder Gyps sich findenden Knochen urweltlicher Thiere) bei Luftabschluß Jahrtausende unverändert, indem der innere Theil durch den äußern vor dem Angriffe des Wassers geschützt wird. Im feingepulverten feuchten Zustande erhitzen sie sich, es tritt Fäulniß und Verwesung ein, die Gallerte, die sie enthalten, zersetzt sich; ihr Stickstoff verwandelt sich in kohlensaures Ammoniak und in andere Ammoniaksalze, welche zum größten Theile von dem Pulver zurückgehalten werden (1 Vol. wohl ausgeglühte weißgebrannte Knochen absorbiren 7,5 Vol. reines Ammoniakgas).

Als ein kräftiges Hülfsmittel zur Beförderung des Pflanzenwuchses auf schwerem und namentlich auf Thonboden muß schließlich noch das Kohlenpulver betrachtet werden.

Schon Ingenhouß hat die verdünnte Schwefelsäure als Mittel vorgeschlagen, um die Fruchtbarkeit des Bodens zu steigern, auf Kalkboden erzeugt sich beim Besprengen mit verdünnter Schwefelsäure augenblicklich Gyps, den sie also auf's vollständigste ersetzen kann. 100 Th. concentrirte Schwefelsäure, mit 800 bis 1000 Th. Wasser verdünnt, sind ein Aequivalent für 176 Th. Gyps.

Viele Arten von Torfasche, die meisten Steinkohlenaschen enthalten eine reichliche Menge Gyps, durch wel-

chen sie auf viele Felder eine höchst günstige Wirkung ausüben.

	Torfasche vom Fichtelgebirge. (Fikentscher.)	von Vassy (Dep. de la Marne). (Berthier.)
Kieselerde	36,5	
Thonerde	17,3	22,5
Eisenoxyd	33,0	
kohlensaurer Kalk	2,0	51,5
Bittererde	3,5	
Gyps	4,5	26,0
Chlorcalcium	0,5	
Kohle	2,7.	

Rückblick.

Die Erfahrungen in der Wald- und Wiesencultur geben zu erkennen, daß die Atmosphäre eine für die Vegetation unerschöpfliche Menge Kohlensäure enthält.

Wir ernten auf gleichen Flächen Wald- oder Wiesenboden, in welchem die den Pflanzen unentbehrlichen Bodenbestandtheile vorhanden sind, ohne daß ihnen ein kohlenstoffhaltiger Dünger zugeführt wird, in der Form von Holz und Heu, eine Quantität Kohlenstoff, welche gleich ist und in vielen Fällen mehr beträgt als die Kohlenstoffmenge, welche das Culturland in der Form von Stroh, Korn und Wurzeln hervorbringt.

Es ist klar, daß dem Culturlande eben so viel Kohlensäure durch die Atmosphäre zugeführt und zur Aufnahme dargeboten wird, als einer gleichen flachen Wiese oder Wald, daß der Kohlenstoff dieser Kohlensäure von unseren Culturpflanzen assimilirt wird oder assimilirbar ist, wenn die Bedingungen zu seiner Aufnahme, zu seinem Uebergange in einen Bestandtheil dieser Gewächse sich auf unseren Aeckern vereinigt vorfinden.

Mit aller Zufuhr an Nahrungsstoff ist ein Boden für die meisten Pflanzen völlig unfruchtbar, wenn in ihm z. B. zu gewissen Jahreszeiten das Wasser fehlt. Der Regen befruchtet unsere Felder, der Samen keimt und entwickelt sich nicht ohne eine gewisse Menge von Feuchtigkeit.

Die Wirkung des Regens ist für die oberflächliche Beobachtung weit wunderbarer und überraschender als die des Düngers; auf Wochen und Monate hinaus ist sein Einfluß auf den Ertrag eines Feldes bemerkbar, und doch werden durch den Regen nur höchst geringe Mengen Kohlensäure und Ammoniak den Pflanzen zugeführt.

Das Wasser nimmt zweifellos durch seine Elemente einen bestimmten Antheil an der Entwickelung der Pflanze, allein es ist zu gleicher Zeit das vermittelnde Glied alles organischen Lebens.

Die Pflanze empfängt durch Vermittlung des Wassers aus dem Boden, die zur Bildung ihrer Organe nothwendigen Alkalien, alkalischen Erden und phosphorsauren Salze. Fehlt es an diesen zum Uebergange der atmosphärischen Nahrungsstoffe in den Organismus der Pflanze nothwendigen tellurischen Bedingungen, so bleibt ihr Wachsthum zurück; ihre Ausbildung in der trocknen Jahreszeit steht in geradem Verhältnisse zu der Menge dieser in der Zeit der ersten Entwicke-

lung aus dem Boden aufgenommenen Bestandtheile. Auf einem an den mineralischen Nahrungsstoffen armen Boden gedeihen auch bei einer reichlichen Zufuhr von Wasser unsere Culturpflanzen nicht.

Der Ertrag einer Wiese, oder der gleichen Fläche Wald, an Kohlenstoff ist unabhängig von einer Zufuhr an kohlenstoffreichem Dünger, er ist abhängig von dem Vorhandensein gewisser Bodenbestandtheile, welche keinen Kohlenstoff enthalten, so wie von den Bedingungen, welche den Uebergang derselben in die Pflanzen vermitteln.

Wir sind nun im Stande, den Ertrag unsers Culturlandes an Kohlenstoff durch Zufuhr von gebranntem Kalk, durch Asche und Mergel zu erhöhen, durch Materien also, welche den Pflanzen keinen Kohlenstoff abgeben können; und es ist nach diesen wohlbegründeten Erfahrungen vollkommen gewiß, daß wir in diesen Materien das Feld mit gewissen Bestandtheilen versehen, die den darauf cultivirten Pflanzen ein Vermögen geben, was sie vorher nur in einem geringern Grade besaßen, das Vermögen nämlich, an Masse und damit an Kohlenstoff zuzunehmen.

Es kann hiernach nicht geleugnet werden, daß die Unfruchtbarkeit des Feldes oder sein geringerer Ertrag an Kohlenstoff nicht abhängig war von einem Mangel an Kohlensäure oder an Humus, denn wir können ja diesen Ertrag bis zu einer gewissen Grenze durch Zufuhr von Stoffen steigern, welche keinen Kohlenstoff enthalten; die nämliche Quelle aber, welche der Wiese und dem Walde den Kohlenstoff lieferte, steht auch unseren Culturgewächsen offen; es handelt sich also in der Agricultur hauptsächlich darum, die besten und zweckmäßigsten Mittel anzuwenden, um den Kohlenstoff der Atmosphäre, nämlich die Kohlensäure, in die

Pflanzen unserer Felder übergehen zu machen. In den mineralischen Nahrungsstoffen giebt die Kunst des Ackerbaues den Pflanzen diese Mittel, um den Kohlenstoff aus einer Quelle sich anzueignen, deren Zufluß unerschöpflich ist; beim Mangel an diesen Bodenbestandtheilen würde auch die reichlichste Zufuhr an Kohlensäure oder an verwesenden Pflanzenstoffen den Ertrag des Feldes nicht erhöht haben.

Die Menge Kohlensäure, welche aus der Luft in die Pflanze übergehen kann, ist in einer gegebenen Zeit beschränkt durch die Quantität von Kohlensäure, welche mit den Organen der Auffaugung in Berührung gelangt.

Der Uebergang der Kohlensäure aus der Luft in den Organismus der Pflanze findet durch die Blätter Statt; die Auffaugung der Kohlensäure kann nicht vor sich gehen ohne Berührung der Kohlensäuretheilchen mit der Oberfläche des Blattes oder des Pflanzentheils, der sie aufnimmt.

In einer gegebenen Zeit steht mithin die Menge der aufgenommenen Kohlensäure in geradem Verhältnisse zu der Blattoberfläche und zu dem in der Luft enthaltenen Kohlensäurequantum.

Zwei Pflanzen derselben Art, von gleicher Blattoberfläche (Auffaugungsfläche), nehmen in gleichen Zeiten unter gleichen Bedingungen eine und dieselbe Menge Kohlenstoff auf.

In einer Luft, welche doppelt soviel Kohlensäure enthält, nimmt unter denselben Bedingungen eine Pflanze doppelt soviel Kohlenstoff auf *).

Eine Pflanze, deren Blattoberfläche nur halb so groß ist

*) Bouſſingault sah, daß Traubenblätter, die in einem Ballon eingeschlossen waren, der durchgeleiteten Luft alle Kohlensäure vollständig entzogen, so groß auch die Geschwindigkeit des Luftstroms, welcher durchging, sein mochte. (Dumas, leçon p. 23.)

wie die einer andern, wird in derselben Zeit eben so viel Kohlenstoff aufnehmen, wie diese zweite Pflanze, wenn wir ihr doppelt soviel Kohlensäure zuführen.

Hieraus ergiebt sich für die Culturpflanzen die so nützliche Wirkung des Humus und aller verwesenden organischen Substanzen.

Die junge Pflanze kann, wenn sie auf die Luft allein angewiesen ist, nur im Verhältnisse zu ihrer auffaugenden Oberfläche an Kohlenstoff zunehmen, und es ist klar, daß, wenn ihre Wurzeln in der nämlichen Zeit durch die Mitwirkung des Humus dreimal soviel Kohlensäure zugeführt erhalten, als die Blätter aufnehmen, so wird, die Bedingungen der Assimilation des Kohlenstoffs als gegeben vorausgesetzt, ihre Gewichtszunahme das Vierfache betragen. Es werden sich also viermal so viel Blätter, Knospen, Halme ꝛc. bilden, und in dieser vergrößerten Oberfläche empfängt die Pflanze ein in dem nämlichen Grade gesteigertes Auffaugungsvermögen von Nahrungsstoff aus der Luft, welches weit über den Zeitpunkt hinaus in Thätigkeit bleibt, wo die Zufuhr an Kohlenstoff durch die Wurzeln aufhört.

Der Humus, als die Kohlensäurequelle im Culturlande, wirkt nun aber nicht allein nützlich als Mittel zur Vergrößerung des Kohlenstoffgehaltes der Pflanze, sondern durch die in einer gegebenen Zeit vergrößerte Masse der Pflanze ist in der That ja auch Raum für die Aufnahme der für die Ausbildung neuer Blätter und Zweige nothwendigen Bodenbestandtheile gewonnen.

Von der Oberfläche der jungen Pflanze aus verdunstet unausgesetzt Wasser, dessen Quantität in geradem Verhältnisse zur Temperatur und dieser Oberfläche steht. Die zahlreichen Wurzelfasern ersetzen, gleich eben so vielen Pumpwerken, das

verdunstete Wasser, und so lange dieser Boden feucht oder mit Wasser durchdrungen ist, werden der Pflanze die ihr unentbehrlichen Bodenbestandtheile, in dem Wasser gelöset, zugeführt. Von einer Pflanze mit doppelter Oberfläche verdunstet doppelt so viel Wasser als aus einer Pflanze mit einfacher. Indem das in die Pflanze aufgenommene Wasser wieder als Dampf austritt, bleiben die durch seine Vermittelung zugeführten Salze und Bodenbestandtheile in der Pflanze zurück. Bei gleichem, der Masse proportionalem Wassergehalte empfängt eine Pflanze mit doppelter Blattoberfläche, auf dem nämlichen Boden, eine im Verhältnisse zu diesem Wassergehalte größere Menge an Bodenbestandtheilen als eine Pflanze mit einfacher Oberfläche.

Während die Entwickelung der letztern, wenn die weitere Zufuhr aufhört, eine baldige Grenze erreicht, dauert die der andern fort, eben weil sie eine größere Quantität der zur Assimilation der atmosphärischen Nahrungsstoffe nothwendigen Bedingungen enthält. In beiden wird sich nur eine, den vorhandenen mineralischen Samenbestandtheilen entsprechende Anzahl oder Masse von Samen bilden können; in derjenigen Pflanze, welche mehr phosphorsaure Alkalien und Erdsalze enthält, entstehen mehr Samen als in der andern, welche in der nämlichen Zeit weniger davon aufnehmen konnte.

So sehen wir denn in einem heißen Sommer, wenn die weitere Zufuhr an Bodenbestandtheilen durch Mangel an Wasser abgeschnitten ist, daß die Höhe und Stärke der Pflanze, sowie die Entwickelung der Samen in geradem Verhältnisse steht zu der Menge der in der vorhergegangenen Periode ihres Wachsthums aufgenommenen Bodenbestandtheile.

Auf einem und demselben Felde ernten wir in verschie-

denen Jahren ein sehr ungleiches Verhältniß von Korn und Stroh. Für gleiche Gewichte Korn von derselben chemischen Zusammensetzung ist in dem einen Jahre der Strohertrag um die Hälfte größer, oder auf gleiche Gewichtsmengen Stroh (Kohlenstoff) ernten wir in dem einen Jahre doppelt soviel Korn als in dem andern.

Ernten wir aber von gleicher Oberfläche doppelt soviel Korn, so haben wir eine entsprechende Menge Bodenbestandtheile mehr in diesem Korne; ernten wir doppelt soviel Stroh, so haben wir doppelt soviel Bodenbestandtheile in diesem Strohe.

In dem einen Jahre wird der Weizen 3 Fuß hoch und liefert pr. Morgen 1200 Pfd. Samen, in dem nächsten Jahre wird er um einen Fuß höher und liefert nur 800 Pfd. Samen.

Der ungleiche Ertrag entspricht unter allen Umständen dem ungleichen Verhältnisse der zur Bildung des Korns und Strohes aufgenommenen Bodenbestandtheile. Das Stroh enthält und bedarf die phosphorsauren Salze so gut wie das Korn, nur in einem weit kleineren Verhältnisse. Wenn in einem nassen Frühlinge die Zufuhr derselben nicht in gleichem Verhältnisse stattfindet wie die der Alkalien, der Kieselsäure und der schwefelsauren Salze; wenn die der letzteren größer ist, so nimmt der Ertrag an Samen ab, weil der Strohertrag größer wird; es wird nämlich eine gewisse Menge von phosphorsauren Salzen zur Ausbildung der Blätter und Halme verwendet, die sonst zu Samenbestandtheilen übergegangen wären; ohne einen Ueberschuß der phosphorsauren Salze bildet sich der Samen nicht aus. Ja, wir können durch den bloßen Ausschluß dieser Salze den Fall künstlich eintreten machen, wo die Pflanze eine Höhe von 3 Fuß erreicht, wo sie zum Blühen kommt, ohne überhaupt

Samen zu tragen. Auf einem an den Strohbestandtheilen reichen Felde (auf fettem Boden) ernten wir nach einem nassen Frühlinge weniger Korn, als auf einem daran armen (auf magerm Boden), eben weil auf letzterm die Zufuhr der mineralischen Nahrungsstoffe in der Zeit größer ist und in ein richtigeres Verhältniß zur Entwickelung aller Bestandtheile der Pflanze sich stellt.

Angenommen, wir hätten alle Bedingungen der Assimilation der atmosphärischen Nahrungsstoffe unseren Culturpflanzen in reichlichster Menge gegeben, so besteht demnach die Wirkung des Humus in einer beschleunigten Entwickelung der Pflanze, *in einem Gewinne an Zeit*; in allen Fällen wächst durch den Humus der Ertrag an Kohlenstoff, der, wenn die Bedingungen zu seinem Uebergange in andere Verbindungen fehlen, die Form annimmt von Amylon, Zucker, Gummi, von Materien also, welche keine mineralischen Bestandtheile enthalten.

Das Moment der Zeit muß in der Kunst des Ackerbaues mit in Rechnung genommen werden, und in dieser Beziehung ist der Humus für die Gemüsegärtnerei von ganz besonderer Wichtigkeit.

Die Getreidepflanzen und Wurzelgewächse finden auf unseren Aeckern in den Ueberresten der vorhergegangenen Vegetation eine ihrem Gehalte an den im Boden vorhandenen mineralischen Nahrungsstoffen entsprechende Menge, an verwesenden Pflanzenstoffen, und damit Kohlensäure genug zu ihrer beschleunigten Entwickelung im Frühlinge vor; eine jede weitere Zufuhr von Kohlensäure, ohne eine entsprechende Vermehrung der in die Pflanze übergehenden Bodenbestandtheile, würde ohne allen Nutzen sein.

Auf einem Morgen (¼ Hectar) guten Wiesenlandes gewin-

nen wir durchschnittlich nach der Angabe der zuverlässigsten Landwirthe 2500 Pfd. Heu. Die Wiesen liefern diesen Ertrag ohne alle Zufuhr von organischen Stoffen, ohne kohlenstoff- oder stickstoffhaltigen Dünger. Durch gehörige Wässerung, Anwendung von Asche und Gyps kann derselbe bis zum Doppelten gesteigert werden; nehmen wir aber an, diese 2500 Pfd. Heu seien das Maximum, so ist gewiß, daß aller Kohlenstoff und Stickstoff dieser Wiesenpflanzen von der Atmosphäre stammt.

Nach den Angaben Bouſſingault's enthält das bei 100° getrocknete Heu 45,8 p. c. Kohlenstoff (was mit den Analysen, die in dem hiesigen Laboratorium gemacht wurden, übereinstimmt) und 1,5 p. c. Stickstoff; das lufttrockne Heu enthält ferner 14 p. c. Wasser, welche bei 100° entweichen.

2500 Pfd. lufttrockenes Heu entsprechen demnach 2150 bei 100° getrocknetem Heu. Mit 984 Pfd. Kohlenstoff, die in diesen 2150 Pfd. Heu enthalten sind, hat man mithin auf dem Morgen Wiese geerntet 32,2 Pfd. Stickstoff.

Wenn wir annehmen, daß dieser Stickstoff in der Form von Ammoniak in die Pflanze aufgenommen wurde, so ist klar, daß im geringsten Falle für je 3640 Pfd. Kohlensäure (zu 27 p. c. Kohlenstoff) die Luft 39,1 Pfd. Ammoniak (82 p. c. Stickstoff) enthält, oder auf 1000 Pfd. Kohlensäure enthält die Luft $10^{7}/_{10}$ Pfd. Ammoniak, dies ist etwa $1/_{100000}$ von dem Gewichte der Luft oder $1/_{60000}$ von ihrem Volumen.

Für je 100 Theile Kohlensäure, welche durch die Blattoberfläche absorbirt werden, empfingen die Wiesenpflanze aus der Luft etwas mehr als 1 Theil Ammoniak.

Wenn wir aus den bekannten Analysen berechnen, wie viel Stickstoff wir in den verschiedenen Culturpflanzen von

gleichen Flächen Land gewinnen, so ergeben sich folgende Verhältnisse;

Für je tausend Pfd. Kohlenstoff ernten wir:

auf einer Wiese		32⁷/₁₀	Pfd. Stickstoff,
auf dem Culturlande: in	Weizen .	21,5	» »
	» Hafer . .	22,3	» »
	» Roggen .	15,2	» »
	» Kartoffeln	34,1	» »
	» Runkelrüben	39,1	» »
	» Klee . .	44	» »
	» Erbsen .	62	» »

Aus diesen Thatsachen ergeben sich einige für die Agricultur im hohen Grade wichtige Folgerungen.

Wir beobachten nämlich, daß das relative Verhältniß des aufgesaugten Stickstoffs zum Kohlenstoffe in einer bestimmten Beziehung zur Blattoberfläche steht.

1) Diejenigen Gewächse, in denen sich, man kann sagen, aller Stickstoff in dem Samen concentrirt, wie in den Getreidepflanzen, enthalten im Ganzen weniger Stickstoff als die Leguminosen, die Erbsen und der Klee.

2) Der Ertrag an Stickstoff auf einer Wiese, welche keinen stickstoffhaltigen Dünger empfängt, ist weit größer als der eines Weizenfeldes, welches gedüngt wurde.

3) Der Ertrag an Stickstoff im Klee und in Erbsen ist weit größer als der eines Kartoffel- und Rübenfeldes, welche auf's reichlichste gedüngt wurden.

Auf seinem Gute in Bechelbronn im Elsaß erntete Bousſingault in 5 Jahren in der Form von Kartoffeln, Weizen, Klee, weißen Rüben, Hafer

	8383	Kohlenstoff und	250,7 Stickstoff
in den darauf folgenden 5 Jahren *)	8192	»	284,2 »
in einem dritten Umlaufe von 6 Jahren **)	10949	»	353,6 »
in 16 Jahren . .	27424	Kohlenstoff u.	858,5 Stickstoff

oder in Summe auf 1000 Kohlenstoff 31,3 Stickstoff.

Es geht hieraus als das merkwürdigste und wichtigste Ergebniß hervor, daß, wenn wir Kartoffeln, Weizen, Rüben, Erbsen, Klee (Kali-, Kalk- und Kieselpflanzen) auf einem und demselben und zwar dreimal reichlich gedüngten Felde durcheinander gepflanzt hätten, so würden wir in sechszehn Jahren für eine gegebene Quantität Kohlenstoff dasselbe Verhältniß von Stickstoff ernten wie auf einer Wiese, die keinen Dünger empfing.

Auf einem Morgen Wiesenlandes ernten wir nämlich in Kiesel-, Kalk- und Kalipflanzen zusammengenommen

984 Kohlenstoff u. 32,2 Stickstff.

Auf einem Morgen Culturland, nach einem sechszehnjährigen Durchschnitte von Kiesel-, Kalk- und Kalipflanzen	857	»	26,8 »

Wenn wir den Kohlenstoff und Stickstoff der Blätter des

*) Runkelrüben, Weizen, Klee, Weizen, Stoppelrüben, Hafer, Roggen.
**) Kartoffeln, Weizen, Klee, Weizen, Stoppelrüben, Erbsen, Roggen.

Runkelrüben- und Kartoffelkrautes, die in dem Ertrage des Culturlandes nicht gerechnet wurden, mit in Anschlag bringen, so geht hieraus hervor, daß wir auf dem Culturlande an Kohlenstoff und Stickstoff mit aller Zufuhr von Kohlenstoff und stickstoffhaltigem Dünger nicht mehr producirt haben als auf einer gleichen Oberfläche mit Wiesenpflanzen, denen nur mineralische Nahrungsstoffe (Bodenbestandtheile) zugeführt wurden.

Worauf beruhte nun die eigentliche Wirkung des Düngers, der festen und flüssigen Thierexcremente?

Diese Frage ist jetzt einer einfachen Lösung fähig; diese Excremente haben auf unserm Culturlande, von dem wir in der Form von Getreide und Vieh seit vielen Jahrhunderten jährlich eine gewisse Menge von Bodenbestandtheilen ausgeführt, d. h. nicht mehr zurückgebracht haben, eine ganz bestimmte Wirkung ausgeübt.

Hätten wir in den sechszehn Jahren nicht gedüngt, so würden wir nur die Hälfte oder den dritten Theil an Kohlenstoff und Stickstoff geerntet haben.

Daß wir so viel auf dieser Oberfläche producirten wie auf der Wiese, dies verdanken wir in der That den festen und flüssigen Thierexcrementen; allein mit aller Zufuhr an diesem Dünger wurde das Feld in dem sechsten Jahre, wo wir düngten, nicht reicher an den zur Nahrung der Gewächse dienenden Bodenbestandtheilen, als es im ersten Jahre war; in dem zweiten Jahre nach der Düngung enthielt es weniger als im ersten, und im fünften Jahre war es soweit daran erschöpft, daß wir, um eben so reiche Ernten wie im ersten Jahre zu erhalten, uns genöthigt sahen, so viel an diesen Bodenbestandtheilen wieder zuzuführen, als

wir in den vorhergehenden fünf Jahren dem Felde genommen hatten; dies geschah zweifellos durch den Dünger.

Unsere Zufuhr an Dünger bewirkte also bloß, daß unser Culturland nicht ärmer daran wurde, als der Boden einer Wiese ist, welche 25 Ctr. Heu lieferte. Wir nehmen in den Wiesenpflanzen, dem Heu, eben so viel Bodenbestandtheile jährlich hinweg wie in einer Getreideernte, und wir wissen, daß die Fruchtbarkeit der Wiese eben so abhängig ist von dem Ersatze an diesen Bodenbestandtheilen wie die des Culturlandes von dem Dünger. Zwei Wiesen von gleicher Oberfläche, welche ungleiche Mengen von diesen anorganischen Nahrungsstoffen enthalten, sind unter gleichen Bedingungen ungleich fruchtbar. Die eine, welche mehr enthält, liefert in einer gewissen Anzahl Jahre mehr Heu als die andere, welche ärmer daran ist.

Wenn wir der Wiese die entzogenen Bodenbestandtheile nicht wieder ersetzen, so nimmt ihre Fruchtbarkeit ab.

Die Fruchtbarkeit derselben bleibt sich aber gleich, nicht nur, wenn wir ihr flüssige und feste Thierexcremente, nein, sie bleibt sich gleich, sie kann erhöht werden durch die einfache Zufuhr von den Mineralsubstanzen, welche Holzpflanzen und andere Gewächse nach dem Verbrennen hinterlassen. Durch Asche stellen wir die sich vermindernde Fruchtbarkeit unserer Wiesen wieder her. Unter Asche verstehen wir aber den Inbegriff der Nahrungsmittel, welche die Vegetabilien von dem Boden empfangen. Indem wir sie auf unsere Wiesen bringen, geben wir den darauf wachsenden Pflanzen das Vermögen, Kohlenstoff und Stickstoff auf ihrer Oberfläche zu condensiren.

Sollte, so muß man fragen, die Wirkung der festen und flüssigen Excremente, welche die Asche der im Leibe der

Thiere und Menschen verbrannten Pflanzen sind, nicht auf der nämlichen Ursache beruhen?

Sollte die Fruchtbarkeit bei gleichen physikalischen Bedingungen nicht ganz unabhängig sein von dem zugeführten Ammoniak? Würden unsere Culturpflanzen, wenn wir den Urin abgedampft, die festen Excremente getrocknet und verbrannt, wenn wir die Salze des Urins und die Asche der festen Excremente unserm Lande zugeführt hätten, würden die darauf gebauten Culturgewächse, die Gramineen und Leguminosen nicht den Kohlenstoff und Stickstoff aus der nämlichen Quelle geschöpft und empfangen haben, aus den ihn die Gramineen und Leguminosen unserer Wiesenfelder erhielten?

Kaum kann über diese Frage ein Zweifel herrschen, wenn wir die Erfahrungen der Wissenschaft in Betracht ziehen und in Verbindung bringen mit denen der Agricultur.

Im Elsaß ist der folgende Fruchtwechsel, als der in der Praxis vortheilhafteste, im Gebrauch, er ist auf fünf Jahre berechnet, während welcher Zeit nur einmal gedüngt wird.

erstes Jahr	zweites	drittes	viertes	fünftes	sechstes Jahr
gedüngt					gedüngt
Kartoffeln od. Runkelrüben.	Weizen.	Klee.	Weizen mit Brachrüben.	Hafer od. Roggen od. Gerste.	Kartoffeln.
Kalipflanze	Kieselpflanze	Kalkpflanze	Kiesel-Kalipflanze	Kieselkalkpflanze	

Wenn wir uns nun denken, daß die Wirkung des Düngers auf seinem Ammoniak- oder Stickstoffgehalte beruhe, so ist evident, daß sie progressiv abnehmen müßte, daß der im ersten und zweiten Jahre geerntete Stickstoff mehr betragen müßte als im vierten und fünften Jahre. Ganz mit dieser Annahme im Widerspruche stellte sich aber in der Analyse folgendes Verhältniß heraus:

	erstes Jahr	zweites	drittes	viertes	fünftes J.
geernteter Stickstoff	46	— 35,4	— 84,6	— 56,0	— 28,4.

Im dritten und vierten Jahre betrug also der geerntete Stickstoff weit mehr als im ersten und zweiten, und im fünften war seine Quantität nur um ¼ kleiner als im zweiten. Ist es nun möglich oder denkbar, daß das Ammoniak, was wir im ersten Jahre gaben, eine flüchtige, für sich und mit dem Wasser leicht verdampfbare Substanz, daß diese im Boden im vierten Jahre in größerer Menge vorhanden war als im ersten und zweiten, daß es noch im fünften Jahre dem Hafer die zu seinem Gedeihen nöthige Menge Stickstoff liefern konnte!?

Geben wir aber zu, daß durch den Anbau verschiedener Gewächse der Boden im fünften Jahre an dem durch eine starke Düngung zugeführten Stickstoffe erschöpft wird, und vergleichen wir jetzt den Fruchtwechsel im Elsaß mit einem der fruchtbarsten Districte am Rhein, so finden wir in Bingen einen neunjährigen Umlauf, in welchem die Gewächse in folgender Ordnung auf einander folgen:

1. Jahr. (gedüngt)	2. Jahr.	3., 4., 5., 6. Jahr.	7. Jahr.	8. Jahr.	9. Jahr.
Rüben.	Gerste mit Luzerne.		Kartoffeln.	Weizen.	Gerste. Luzerne.

Sechs Jahre nach der Düngung, nach der Zufuhr von Ammoniak und stickstoffhaltigem Dünger, nach einer vierjährigen Ernte von Klee und einer Ernte von Gerste und Rüben gewinnt man also in Bingen dem Boden noch reiche Ernten von Kartoffeln, Weizen und Gerste ab, diese folgen zu einer Zeit auf einander, wo das gedüngte Feld im Elsaß als an Stickstoff völlig erschöpft zu betrachten ist. Ist es denkbar, daß das Ammoniak nach 8—9 Jahren dem Weizen

und der Gerste noch Stickstoff abgeben konnte? Auch dies angenommen, muß man weiter fragen: wo bekommen denn nun die Getreidefelder in Ungarn, in der Umgegend Neapels, in Sicilien, welche nie gedüngt werden, ihren Stickstoff her? Sollten wirklich für die Felder der gemäßigten Klimate andere Gesetze der Ernährung der Pflanzen herrschen als für die warmen und heißen Gegenden?

In Virginien erntete man auf einem und demselben Felde in der Form von Weizen auf jedem Morgen im geringsten Anschlage 22 Pfd. Stickstoff, in 100 Jahren macht dies 2200 Pfund. Wenn wir uns denken, daß dieser Stickstoff von dem Felde stammt, so müßte jeder Morgen desselben in der Form von Thierexcrementen hunderttausende von Pfunden enthalten haben!!!

Die ganze Bevölkerung im Limousin lebt von süßen Kastanien und Milch, deren leichte und mühelose Gewinnung Dupin für die Ursache der dortigen so geringen Geistesentwickelung erklärt. Ohne allen Ackerbau erntet man in dieser Gegend jährlich eine ungeheure Quantität von Blutbestandtheilen, deren Stickstoff nicht vom Dünger stammen kann.

Seit Jahrhunderten erntet man in Ungarn auf einem und demselben Felde Tabak und Weizen ohne alle Zufuhr von Stickstoff. Ist es möglich, daß dieser Stickstoff von dem Boden stammt? Jedes Jahr belauben sich unsere Buchen-, Kastanien- und Eichenwälder; die Blätter, der Saft, die Eicheln, die Kastanien, die Bucheckern, die Kokosnuß, die Frucht des Brotbaumes sind reich an Stickstoff. Dieser Stickstoff ist nicht im Boden enthalten, er wird den wildwachsenden Pflanzen durch die Hand des Menschen nicht zugeführt. Es ist unmöglich, zweifelhaft über die Quelle zu

sein, aus welcher dieser Stickstoff entspringt. Diese Quelle kann nur die Atmosphäre sein.

Gleichgültig, in welcher Form er darin enthalten ist, in welcher Form er daraus aufgenommen wird, der Stickstoff der wildwachsenden Pflanzen stammt zweifellos aus der Luft.

Sollten ihn die Felder Virginiens, die Felder Ungarns, sollten ihn alle unsere Culturpflanzen nicht aus der nämlichen Quelle empfangen haben und empfangen können wie die wildwachsenden Pflanzen; sollte die Zufuhr von Stickstoff in den Thierexcrementen ganz gleichgültig gewesen sein, oder erhalten wir in der That eine der Zufuhr an Ammoniak entsprechende Menge an Blutbestandtheilen auf unseren Feldern wieder?

Diese Frage ist durch die Untersuchungen Bousſingault's, welche um so werthvoller sind, da sie zu ganz anderen Zwecken und in einer ganz andern Richtung von ihm angestellt wurden, auf die entscheidendste Weise gelöst.

Aus der bekannten Menge von Dünger (gewöhnlichem Stallmist), welchen Bousſingault von fünf Jahren zu fünf Jahren auf seine Felder (auf 1 Hectare = 4 Morgen) brachte, sowie aus der Analyse dieses Düngers ermittelte er die Totalquantität des während der Dauer einer Rotation zugeführten Stickstoffs.

Der mit Wasser durchdrungene Stallmist wurde zu diesem Zwecke an der Luft und Sonne, sodann im luftleeren Raume bei 110° getrocknet und in diesem Zustande der Elementaranalyse unterworfen.

Es wurde sodann der durchschnittliche Ertrag an Feldfrüchten von einem Hectare (= 4 Morgen) ermittelt, der mit diesem Miste gedüngt worden war, und in allen Producten zuletzt, in dem Korne und Stroh, den Rüben, Kar-

toffeln, Erbsen, Klee ꝛc. der Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Aschengehalt durch die Analyse festgesetzt *).

Auf diese Weise war die Menge des den Feldern zugeführten und des in der Ernte gewonnenen Stickstoffs bekannt, beide Stickstoffquantitäten konnten mit einander verglichen werden. Empfangen die Pflanzen keinen Stickstoff aus der Luft, wird ihnen der Stickstoff nur in dem Dünger geliefert, so konnte der geerntete Stickstoff nicht mehr betragen als der zugeführte. Wurde mehr gewonnen, so mußte dieser Ueberschuß von einer andern Quelle geliefert worden sein, welche nur die Atmosphäre sein konnte: dies waren die Voraussetzungen, von denen Bouſſingault ausging.

Nach diesen Bestimmungen wurden in drei Rotationen **) gewonnen:

	in dem ersten Umlauf	in dem zweiten	in dem dritten	in 16 Jahr.
an Pfunden Stickstoff	501,4 —	508,4 —	707,2 —	1717,0
in dem Stallmiste war zugeführt worden	406,4 —	406,4 —	487,6 —	1300,4
An Stickstoff wurde mehr gewonnen	95 Pfd. —	102 —	219 —	416,6

*) Der größte Theil dieser Analysen, namentlich der Gehalt der Kartoffeln (Boeckmann), der Runkel- und weißen Rüben (Will), des Weizenstrohes (Will) an Kohlenstoff, sowie der Stickstoffgehalt der Erbsen (Noll und Zytowieki) und ihr Kohlenstoffgehalt (Playfair) wurde in dem hiesigen Laboratorium wiederholt und bis auf unbedeutende Differenzen vollkommen richtig befunden.

**)

	erste Rotation.	zweite.	dritte
1. Jahr	Kartoffeln	Runkelrüben	Kartoffeln
2. »	Weizen	Weizen	Weizen
3. »	Klee	Klee	Klee
4. »	Weizen Stoppelrüben	Weizen Stoppelrüben	Weizen Stoppelrüben
5. »	Hafer	Hafer	Erbsen
6. »	—	—	Roggen.

In den beiden ersten Rotationen war der Ueberschuß an gewonnenem Stickstoff nahe gleich, in der dritten war er doppelt so groß.

Besaß nun, so fragte Bousſingault, eine jede der cultivirten Pflanzengattungen die Fähigkeit, Stickstoff aus der Luft in ihren Organismus aufzunehmen, oder kam dieſes Vermögen nur einzelnen zu, hatten an dieſem Ueberſchuſſe alle Pflanzengattungen gleichen Antheil, oder wurde er von einer einzigen nur geliefert? Dieſe Frage ſchien ihm durch einen neuen Verſuch entſchieden zu ſein. Auf einem gutgedüngten Brachfelde wurde nämlich zweimal hinter einander Getreide gebaut und an

Stickſtoff geerntet	174,8 Pfd.
in dem Dünger war zugeführt worden	165,6 »

es war ein Ueberſchuß gewonnen von 9,2 Pfd. Stickſtoff.

Dieſer Mehrertrag iſt zu klein, um ihn nicht Fehlern im Verſuche zuſchreiben zu können. Bouſſingault ſchloß hieraus, daß die Getreidepflanzen keinen Stickſtoff aus der Luft aufnehmen, daß ſie nur eine der im Miſte zugeführten gleichen Menge Stickſtoff wieder in der Ernte zurückliefern.

Da ſich nun herausgeſtellt hatte, daß die Menge des in einer Ernte Kartoffeln und Rüben gewonnenen Stickſtoffs kaum mehr betrug als der Stickſtoffgehalt einer Ernte Weizen, ſo konnte auch dieſen das Vermögen nicht zukommen, ſtickſtoffhaltige Beſtandtheile ohne Dünger zu produciren, und es blieb zuletzt nichts übrig, als den im Ueberſchuſſe gewonnenen Stickſtoff dem Klee zuzuſchreiben. Dies erklärt auch, ſo meinte Bouſſingault, warum in der dritten Rotation der Ueberſchuß doppelt ſo viel betrug als in einer der vorhergehen-

den; denn man wird bemerken, daß in dieser dritten eine sechste Frucht eingeschoben wurde, die zur nämlichen Familie wie der Klee gehört.

Wenn also in diesen drei Umläufen kein Klee und keine Erbsen, sondern eine Frucht von einer andern Familie gebaut worden wäre, so würde man nur eine dem im Dünger zugeführten Stickstoffe gleiche Menge geerntet haben. Nur die Leguminosen besitzen das Vermögen, so schließt Bousſingault, Stickstoff in irgend einer Form als Nahrung aus der Luft aufzusaugen, den anderen Culturpflanzen geht diese Fähigkeit ab. Daher denn die große Wichtigkeit, die Bouſſingault dem stickstoffhaltigen Dünger zuschreibt, er besitzt nach ihm nur einen seinem Stickstoffgehalte proportionalen Handelswerth; alle diese Schlüsse sind vollkommen falsch, denn es würde ja daraus gefolgert werden müssen, daß ohne Zufuhr von stickstoffhaltigem Dünger die Kali-, Kalk- und Kieselpflanzen, die nicht zur Familie der Leguminosen gehören, gar keinen Ertrag an Stickstoff geliefert haben würden.

Die Schlüsse von Bouſſingault sind aber nicht nur unrichtig in Beziehung auf die Anwendungen, die er davon auf die Agricultur macht, sie sind auch in der Methode nicht richtig: der Dünger nämlich wurde den Feldern gar nicht in der Form gegeben, in welcher er analysirt worden war.

Nehmen wir an, daß der Dünger, den er auf seine Felder brachte, den nämlichen Zustand besaß, in welchem er analysirt worden war (bei 110° im luftleeren Raume getrocknet), so empfingen diese Felder in diesem Dünger in 16 Jahren 1300 Pfd. Stickstoff; allein dieser Dünger wurde ja nicht wasserfrei, sondern im natürlich feuchten Zustande mit

Wasser durchdrungen gegeben; und beim Trocknen entweichten, wie wir wissen, aller Stickstoff, der in den Thierexcrementen in der Form von flüchtigem kohlensauren Ammoniak enthalten ist. Der Stickstoff im Harne, der sich durch die Fäulniß in kohlensaures Ammoniak verwandelt hatte, ist in diesen 1300 Pfd. nicht in Rechnung gebracht.

Die an der Luft getrocknete Poudrette verliert bei 110° die Hälfte des ganzen darin enthaltenen Stickstoffgehaltes in der Form von kohlensaurem Ammoniak; der gewöhnliche Stallmist, welcher 79—80 p. c. Wasser enthält, muß im geringsten Falle dreimal soviel Stickstoff im Ammoniak abgeben, als er bei 110° im luftleeren Raume zurückbehält. Nehmen wir aber an, daß der Verlust nur halb so viel betrug als in den getrockneten Excrementen bei 110° zurückblieb, so wurden seinem Felde in 16 Jahren 1950 Pfd. Stickstoff zugeführt.

In sechszehn Jahren wurden aber in der Form von Korn, Stroh und Wurzelgewächsen nur 1517 Pfund Stickstoff darauf geerntet, 433 Pfd. weniger also, als überhaupt zugeführt wurde. Weder die Gramineen noch die Leguminosen würden hiernach, dies allein kann hieraus gefolgert werden, die Fähigkeit haben, die stickstoffhaltigen Blutbestandtheile ohne Dünger zu produciren. Wo bekommen denn nun aber die Gramineen und Leguminosen, die Kali-, Kalk- und Kieselpflanzen unserer Wiesen den Stickstoff her, den sie in der Form von Blutbestandtheilen enthalten, den wir als Heu, als Milch und Fleisch darauf ernten? Während der Zeit, wo das Culturland nicht mehr Stickstoff uns lieferte, als wir im Dünger zugeführt hatten, producirte die gleiche Fläche Wiese (4 Morgen Land = 1

Hectare) in 100 Ctr. Heu 2060 Pfd. Stickstoff. Diesen Ertrag können wir auf Feldern ernten, welche nicht die kleinste Menge Stickstoff künstlich zugeführt erhalten?

Jedermann weiß, daß in dem holzarmen Aegypten die Excremente der Thiere getrocknet das Hauptbrennmaterial ausmachen, daß Europa Jahrhunderte lang den Stickstoff aus dem Ruß dieser Excremente in der Form von Salmiak zugeführt erhielt, bis in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts Gravenhorst in Braunschweig die Salmiakfabrikation entdeckte.

Außer den nicht flüchtigen, den Aschenbestandtheilen dieser Excremente, empfangen die Felder im Nilthale keinen thierischen Dünger, und dennoch sind sie seit Perioden, die weiter als unsere Geschichte reichen, durch ihre Fruchtbarkeit sprüchwörtlich geworden, und diese Fruchtbarkeit ist noch heute so bewundernswürdig, wie sie in den frühsten Zeiten war. Diese Felder empfangen in dem Schlamme des übergetretenen Nils jedes Jahr einen neuen, durch jahrtausendjährige Cultur noch nicht erschöpften Boden, durch den die in der Ernte entzogenen Bodenbestandtheile wieder ersetzt werden. Der Schlamm des Nils enthält so wenig Stickstoff als der Schlamm der Schweizeralpen, der bei Rheinüberschwemmungen unsere Felder befruchtet.

Welche ungeheure Lager von stickstoffhaltigen thierischen und vegetabilischen Stoffen müßten in der That die Hochgebirge Afrika's in Höhen besitzen, welche über die Schneegrenze reichen, wo kein Vogel, kein Thier aus Mangel an aller Vegetation mehr Nahrung findet.

Wir wissen, daß der Käse von den Pflanzen stammt, welche den Kühen zur Nahrung gedient haben. Die Wiesenpflanzen Hollands empfangen den Stickstoff, der im Käse

enthalten ist, aus derselben Quelle wie bei uns, sie erhalten ihn aus der Luft. Tag und Nacht bleiben die Milchkühe in Holland auf der Weide, alle Salze, welche das Futter enthielt, bleiben in der Form von Urin und festen Excrementen auf den Feldern, nur eine verhältnißmäßig sehr kleine Quantität wird in dem Käse ausgeführt.

Der Zustand der Fruchtbarkeit dieser Wiesen kann sich demnach so wenig ändern wie der unserer Felder, die zwar nicht beweidet werden, denen wir aber den größten Theil der entzogenen Bodenbestandtheile in der Form von Dünger wieder ersetzen.

In den Käsedistricten Hollands bleiben diese Bodenbestandtheile auf den Wiesen zurück; in unseren landwirthschaftlichen Anstalten sammeln wir diese Bodenbestandtheile zu Hause und führen sie von Zeit zu Zeit unseren Feldern wieder zu.

Der Stickstoff des Harns, der festen Excremente der Kühe stammt von den Wiesenpflanzen Hollands, die ihn aus der Luft empfingen, aus der nämlichen Quelle stammt der Stickstoff aller Käsesorten, die in Holland, die in der Schweiz und in anderen Ländern gewonnen werden.

Seit Jahrhunderten haben die holländischen Wiesenfelder Millionen Ctr. Käse producirt, jedes Jahr werden tausende von Centnern Käse aus diesem Lande ausgeführt, und diese Ausfuhr vermindert in keiner Weise die Ertragsfähigkeit dieser Wiesen, obwohl der in dem Käse ausgeführte Stickstoff durch die Hand des Menschen nicht vermehrt und nicht ersetzt wird.

Es ist hiernach vollkommen gewiß, daß der Ertrag unserer Felder an Stickstoff nicht im Verhältnisse zu der im Dünger zugeführten Stickstoffmenge steigt, daß unsere Felder

durch die Ausfuhr stickstoffreicher Producte nicht erschöpfbar sind, eben weil es nicht der Boden, sondern die Atmosphäre ist, welche den Vegetabilien den Stickstoff liefert; daß wir durch Zufuhr stickstoffreicher Dünger, durch Ammoniaksalze allein, die Fruchtbarkeit der Felder, ihre Ertragsfähigkeit, nicht zu steigern vermögen, daß hingegen ihr Productionsvermögen in geradem Verhältnisse mit den im Dünger zugeführten mineralischen Nahrungsstoffen steigt oder abnimmt.

Die Bildung der Blutbestandtheile, der stickstoffhaltigen Bestandtheile in unseren Culturpflanzen ist an die Gegenwart gewisser Materien geknüpft, welche der Boden enthält; fehlen diese Bodenbestandtheile, so wird auch bei der reichlichsten Zufuhr kein Stickstoff assimilirt; das Ammoniak in den thierischen Excrementen übt nur deshalb die günstige Wirkung aus, weil es begleitet ist von den zu seinem Uebergange im Blutbestandtheile nöthigen anderen Stoffen. Geben wir dem Felde diese anderen Bedingungen mit dem Ammoniak, so wird es assimilirt; fehlt aber dieses Ammoniak, so schöpft die Pflanze den Stickstoff aus der Luft, aus einer Quelle, in der sich der Abgang von selbst, durch die Fäulniß und Verwesung der gestorbenen Thier- und Pflanzenleiber, wieder ersetzt.

Das Ammoniak beschleunigt und befördert das Wachsthum der Pflanzen auf allen Bodenarten, in welchen die Bedingungen seiner Assimilation sich vereinigt vorfinden; es ist aber völlig wirkungslos in Beziehung auf die Erzeugung der Blutbestandtheile, wenn diese Bedingungen fehlen.

Wir können uns denken, daß das Asparagin der wirksame Bestandtheil der Spargel- und Althäwurzel, daß die stickstoff- und schwefelreichen Bestandtheile des Senfsamens und aller Cruciferen erzeugbar sind ohne alle Mitwirkung

enthalten ist, aus derselben Quelle wie bei uns, sie erhalten ihn aus der Luft. Tag und Nacht bleiben die Milchkühe in Holland auf der Weide, alle Salze, welche das Futter enthielt, bleiben in der Form von Urin und festen Excrementen auf den Feldern, nur eine verhältnißmäßig sehr kleine Quantität wird in dem Käse ausgeführt.

Der Zustand der Fruchtbarkeit dieser Wiesen kann sich demnach so wenig ändern wie der unserer Felder, die zwar nicht beweidet werden, denen wir aber den größten Theil der entzogenen Bodenbestandtheile in der Form von Dünger wieder ersetzen.

In den Käsedistricten Hollands bleiben diese Bodenbestandtheile auf den Wiesen zurück; in unseren landwirthschaftlichen Anstalten sammeln wir diese Bodenbestandtheile zu Hause und führen sie von Zeit zu Zeit unseren Feldern wieder zu.

Der Stickstoff des Harns, der festen Excremente der Kühe stammt von den Wiesenpflanzen Hollands, die ihn aus der Luft empfingen, aus der nämlichen Quelle stammt der Stickstoff aller Käsesorten, die in Holland, die in der Schweiz und in anderen Ländern gewonnen werden.

Seit Jahrhunderten haben die holländischen Wiesenfelder Millionen Ctr. Käse producirt, jedes Jahr werden tausende von Centnern Käse aus diesem Lande ausgeführt, und diese Ausfuhr vermindert in keiner Weise die Ertragsfähigkeit dieser Wiesen, obwohl der in dem Käse ausgeführte Stickstoff durch die Hand des Menschen nicht vermehrt und nicht ersetzt wird.

Es ist hiernach vollkommen gewiß, daß der Ertrag unserer Felder an Stickstoff nicht im Verhältnisse zu der im Dünger zugeführten Stickstoffmenge steigt, daß unsere Felder

durch die Ausfuhr stickstoffreicher Producte nicht erschöpfbar sind, eben weil es nicht der Boden, sondern die Atmosphäre ist, welche den Vegetabilien den Stickstoff liefert; daß wir durch Zufuhr stickstoffreicher Dünger, durch Ammoniaksalze allein, die Fruchtbarkeit der Felder, ihre Ertragsfähigkeit, nicht zu steigern vermögen, daß hingegen ihr Productionsvermögen in geradem Verhältnisse mit den im Dünger zugeführten mineralischen Nahrungsstoffen steigt oder abnimmt.

Die Bildung der Blutbestandtheile, der stickstoffhaltigen Bestandtheile in unseren Culturpflanzen ist an die Gegenwart gewisser Materien geknüpft, welche der Boden enthält; fehlen diese Bodenbestandtheile, so wird auch bei der reichlichsten Zufuhr kein Stickstoff assimilirt; das Ammoniak in den thierischen Excrementen übt nur deshalb die günstige Wirkung aus, weil es begleitet ist von den zu seinem Uebergange im Blutbestandtheile nöthigen anderen Stoffen. Geben wir dem Felde diese anderen Bedingungen mit dem Ammoniak, so wird es assimilirt; fehlt aber dieses Ammoniak, so schöpft die Pflanze den Stickstoff aus der Luft, aus einer Quelle, in der sich der Abgang von selbst, durch die Fäulniß und Verwesung der gestorbenen Thier- und Pflanzenleiber, wieder ersetzt.

Das Ammoniak beschleunigt und befördert das Wachsthum der Pflanzen auf allen Bodenarten, in welchen die Bedingungen seiner Assimilation sich vereinigt vorfinden; es ist aber völlig wirkungslos in Beziehung auf die Erzeugung der Blutbestandtheile, wenn diese Bedingungen fehlen.

Wir können uns denken, daß das Asparagin der wirksame Bestandtheil der Spargel- und Althäwurzel, daß die stickstoff- und schwefelreichen Bestandtheile des Senfsamens und aller Cruciferen erzeugbar sind ohne alle Mitwirkung

der Bodenbestandtheile. Wären aber die organischen Blutbestandtheile in den Pflanzen erzeugbar, könnten sie gebildet werden auch ohne die Mitwirkung der anorganischen Blutbestandtheile, ohne Kali, Natron, phosphorsaures Natron, phosphorsauren Kalk, so würden sie für uns, für die Thiere, welche auf die Pflanzennahrung angewiesen sind, dennoch keinen Nutzen haben, sie würden den Zweck, zu dem sie die Weisheit des Schöpfers bestimmt hat, nicht erfüllen. Ohne die Alkalien, die phosphorsauren Salze, kann sich kein Blut, keine Milch, keine Muskelfaser bilden, alle Knochen der Thiere stammen von dem phosphorsauren Kalk in der Pflanzen-Nahrung her.

In dem Harne und den festen Excrementen der Thiere führen wir Ammoniak und damit Stickstoff unseren Culturpflanzen zu, dieser Stickstoff ist begleitet von allen mineralischen Nahrungsstoffen, und zwar genau in dem Verhältnisse, wie beide in den Pflanzen, die den Thieren zur Nahrung dienten, enthalten waren, oder was das nämliche ist, in dem Verhältnisse, in welchem beide von einer neuen Generation von Pflanzen verwendbar sind.

Die Wirkung der künstlichen Zufuhr von Ammoniak, als der Stickstoffquelle, beschränkt sich also ähnlich, wie die des Humus als einer Kohlensäurequelle, auf das Moment der Zeit, auf eine in einer gegebenen Zeit beschleunigte Entwickelung unserer Culturpflanzen. In der Form von Thier- und Menschenexcrementen zugeführt, steigern wir durch das Ammoniak den Gehalt unserer Culturpflanzen an Blutbestandtheilen, eine Wirkung, welche das kohlensaure und schwefelsaure Ammoniak für sich allein nicht besitzt.

Zur Vermeidung von jedem Mißverständnisse muß wieder-

holt darauf aufmerksam gemacht werden, daß die vorangegangene Auseinandersetzung in keiner Weise mit der Wirkung des künstlich zugeführten Ammoniaks oder der Ammoniaksalze in Widerspruche steht. Das Ammoniak ist und bleibt stets die Quelle alles Stickstoffs für die Pflanzen, seine Zufuhr ist nie nachtheilig, immer nützlich, für gewisse Zwecke durchaus unentbehrlich; allein es ist für die Agricultur von der größten Wichtigkeit, mit Bestimmtheit zu wissen, daß die Zufuhr von Ammoniak für die meisten Culturgewächse unnöthig und überflüssig sei, daß der Werth eines Düngers, wie in Frankreich und Deutschland als festgesetzte Regel gilt, nicht beurtheilt werden darf nach seinem Stickstoffgehalte, daß er diesem Stickstoffgehalte nicht proportional ist.

Durch die genaue Bestimmung der Aschenmenge der Culturpflanzen, die sich auf dem verschiedensten Boden entwickelt haben, so wie durch ihre Analyse, werden wir erfahren, welche Bestandtheile in der nämlichen Pflanze wechseln und welche constant sind. Wir werden zu einer genauen Kenntniß der Summe aller Bestandtheile gelangen, die wir in verschiedenen Ernten dem Boden nehmen.

Der Landwirth wird damit in Stand gesetzt sein, ähnlich wie in einer wohleingerichteten Manufactur, ein Buch zu führen über einen jeden seiner Aecker, mit Genauigkeit voraus zu bestimmen, welche Stoffe und in welcher Menge er sie hinzuführen muß, um den Acker, je nach der Menge der geernteten Frucht in seinen ursprünglichen Zustand der Fruchtbarkeit zurückzuversetzen; er wird genau in Pfunden auszudrücken wissen, wie viel er von dem einen oder andern Bodenbestandtheile zu geben hat, um seine Fruchtbarkeit für gewisse Pflanzengattungen zu steigern.

Diese Untersuchungen sind ein Bedürfniß unserer Zeit, wir werden durch den vereinigten Fleiß der Chemiker aller Länder in wenigen Jahren der Lösung dieser Aufgaben entgegensehen können und mit Hülfe erleuchteter Landwirthe zu einem rationellen, in seinen Grundfesten unerschütterlichen Systeme der Land- und Feldwirthschaft für alle Länder und alle Bodenarten gelangen.

Anhang.

Die Quellen des Ammoniaks.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß mit der Erscheinung von Thieren auf der Oberfläche der Erde die Mittel zu ihrer Erhaltung und Vermehrung, daß mithin Pflanzen vorhanden waren, die ihnen zur Nahrung dienen konnten; es muß uns als nicht minder nothwendig erscheinen, daß mit der Entstehung der Pflanzenwelt alle Bedingungen der Aeußerung des vegetabilischen Lebens sich im Boden und der Atmosphäre fertig gebildet und in hinreichender Menge befanden. Mit derselben Bestimmtheit, mit welcher wir die Gegenwart einer Kohlenstoffverbindung voraussetzen, die ihnen den Kohlenstoff lieferte, müssen wir die gleichzeitige Existenz einer Stickstoffverbindung für unbestreitbar gewiß halten, die ihnen noch heute den Stickstoff liefert.

Geben wir den Standpunkt der Naturforschung auf, so können wir a priori nach Willkür und Neigung das Bestehen von anderen Kohlenstoffverbindungen, welche Antheil an dem Lebensproceſſe der Pflanze zu nehmen vermögen, für wahrscheinlich halten, allein wenn wir deren Standpunkt

nicht verlassen wollen, so existiren diese hypothetischen Kohlenstoffquellen für uns nicht, entweder weil sie uns gänzlich unbekannt oder zweifelhaft sind.

Dasselbe muß in Beziehung auf den Stickstoff als eine Wahrheit angenommen werden. Die Naturforschung kennt in diesem Augenblicke, außer dem Ammoniak, keine andere Stickstoffverbindung, die überall, an allen Punkten der Erde den wildwachsenden Pflanzen den Stickstoff zu liefern vermöchte. Keine andere ist jemals bei den Culturpflanzen von irgend einem Naturforscher, selbst nur als eine hypothetische Verbindung mit einem Namen bezeichnet worden, und so lange nicht eine zweite Quelle des Stickstoffs aufgefunden ist, muß das Ammoniak in der Naturforschung als die einzige angesehen werden.

Ist nun, so kann man fragen, die Quantität des Ammoniaks, was wir in der Atmosphäre, in der Form von Pflanzen und Thieren als eine begrenzte Größe annehmen wollen, keiner Zunahme fähig? kennt man nicht Quellen von Ammoniak, wodurch das Vorhandene vermehrt wird? Diese Frage läßt sich in einer zweiten wiedergeben. Ob nämlich unzweideutige Thatsachen für die Meinung vorliegen, daß der Stickstoff der Luft die Fähigkeit besitzt, unter irgend einer Bedingung die Form des Ammoniaks, oder einer andern Stickstoffverbindung anzunehmen? Außer dem Ammoniak und der Salpetersäure kennen wir keine anderen Stickstoffverbindungen bis auf die, welche in Pflanzen und Thieren vorkommen, oder solche, die mit ihrer Hülfe darstellbar, das heißt daraus abgeleitet sind. Der Stickstoff existirt neben diesen nur in der Form des Gases, was wir als einen Hauptbestandtheil der Luft betrachten.

Der Mangel an Kenntniß der eigentlichen Quelle des

Stickstoffs für die Pflanzen hat die Naturforscher schon sehr früh zu der Meinung verleitet, daß sie die Fähigkeit besitzen müßten, den Stickstoff der Luft in irgend einer Weise in ihrem Lebensprocesse sich anzueignen. In der That blieb, so lange das Ammoniak als Bestandtheil der Luft nicht aufgefunden war, kaum ein Grund, an diesem Vermögen der Pflanze zu zweifeln, wo sollte sonst die wildwachsende Pflanze den Stickstoff ihrer stickstoffhaltigen Bestandtheile hergenommen haben!

Man kannte und betrachtete aber das Ammoniak nur als ein Product der Zerstörung und Zerlegung der Organismen. Die Erzeugung und Bildung des Ammoniaks setzte das Vorhandensein von Pflanzen oder Thieren voraus. Daher denn zwei Ansichten über den Ursprung des Ammoniaks, über deren Richtigkeit eben so wenig ein entscheidender Beweis geführt werden kann wie über die Frage, ob das Huhn vor dem Ei, oder das Ei vor dem Huhne vorhanden war, ob das Wasser als Wasserstoff und Sauerstoff oder als Wasser geschaffen worden ist. Wir haben Gründe genug zu glauben, daß der Thierwelt eine Pflanzenwelt voranging, wir nehmen an, daß vor der Pflanze die Bedingungen ihres Lebens und ihrer Vermehrung vorhanden waren, daß also damals wie jetzt das Ammoniak einen Bestandtheil der Luft ausmachte, und die Zerstörung der Pflanze der Erzeugung von Ammoniak nicht vorausging. Es ist nun klar, daß wenn die nämlichen Ursachen noch fortwirken, welche vor dem Beginne des Pflanzenlebens die Bildung des Ammoniaks vermittelten, wenn ihre Wirkung einen Uebergang von gasförmigem Stickstoff in Ammoniak zur Folge hätten, so müßte noch heute in jedem Zeitmomente Ammoniak gebildet und die Summe des Vorhandenen dadurch vergrößert werden. Es liegt in der Natur

des menschlichen Geistes, sich Fragen dieser Art zur Aufgabe zu stellen, selbst wenn die Hoffnung, sie zu lösen, noch so klein ist. Wir wissen, daß die feste Erdrinde aus Verbindungen von Sauerstoff mit Metallen oder anderen Radicalen besteht; und es scheint die Ansicht ganz zulässig, daß Kieselerde aus Kiesel und Sauerstoff, Eisenoxyd aus Eisen und Sauerstoff, und demzufolge Magnesia und Kali aus Sauerstoff, Magnesium und Kalium entstanden sind, und dennoch ist es völlig unmöglich, eine Ursache zu bezeichnen, welche vor der Zeit, wo die Verbindung vor sich ging, den Sauerstoff hinderte, sich mit Kalium oder Magnesium zu vereinigen. Gab es, kann man fragen, eine Zeit, wo alle einzelnen Elemente in einem Chaos neben einander schwammen, wo sie keine Art von Verwandtschaft zu einander hatten? In welchem Zustande befand sich damals das Chlor des Kochsalzes, der Kohlenstoff der Kohlensäure? Man bemerkt leicht, daß es über Fragen, welche den ursprünglichen Zustand der Materie berühren, keine Antwort giebt, und wenn wir über den Ursprung des Ammoniaks nicht mehr zu erfahren vermögen, als wir über die Bildung dieser anderen auf der Erde vorkommenden Verbindungen wissen, so muß man sich schon damit zufrieden geben, daß diese Fragen überhaupt nicht lösbar sind oder vielleicht erst in einer zukünftigen Zeit lösbar werden.

Die Eisenerze in dem Urgebirge Südamerika's (Bouſſingault) und Schwedens (Berzelius), alle bis jetzt untersuchten Eisenerze geben beim Glühen eine gewisse Menge Wasser von nachweisbarem Ammoniakgehalte. Woher stammt dieses Ammoniak? Nach der Erklärungsweise des Aristoteles erklärte man sich diesen Ammoniakgehalt der Eisenerze auf eine anscheinend befriedigende Weise.

Das Wasser ist, so nimmt man an, die einzige in der anorganischen Natur vorkommende Wasserstoffverbindung, die anderen sind Producte von Zersetzungsprocessen, denen das Wasser den Wasserstoff liefert.

Das Ammoniak ist entstanden ähnlich wie die anderen Wasserstoffverbindungen, das Eisenerz war früher Eisen, lassen wir es entstehen durch Oxydation des Eisens auf Kosten des Sauerstoffs im Wasser, so haben wir auf der einen Seite Eisenoxyd, auf der andern eine Quelle von Wasserstoffgas. Wenn wir uns nun denken, daß Wasserstoffgas im Momente des Freiwerdens in Berührung mit Stickgas, was sich im Zustande der Auflösung im Wasser befindet, sich damit verbindet, so haben wir ja Ammoniak, was mit dem Eisenoxyde in Verbindung bleibt.

Es ist klar, daß wenn mit einiger Wahrscheinlichkeit die Entstehung der Eisenoxyde auf nassem Wege durch Oxydation auf Kosten des Sauerstoffs des Wassers ermittelt wäre, wenn wir mit Bestimmtheit wüßten, daß das Stickgas der Luft mit Wasserstoffgas im Entstehungsmomente sich vereinigen ließe, so wäre diese Erklärung des Ammoniakgehaltes der Eisenerze völlig genügend, und es ließe sich denken, wenn auch die Bildung des Ammoniaks unter den früheren Bedingungen, wo die Eisenerze entstanden, jetzt eine Grenze hat, daß bei Vereinigung von gleichen oder ähnlichen Bedingungen sie noch fortdauern kann.

Was nun die Zerlegung des Wassers durch Eisen im Besondern betrifft, so findet sie unter Umständen Statt, welche die gleichzeitige Entstehung von Ammoniak auszuschließen scheinen.

Bei gewöhnlicher Temperatur findet keine Zerlegung des Wassers durch Eisen Statt, und in höherer Temperatur, beim

Sieden des Wassers, bleibt in diesem kein Stickgas in Auflösung zurück. Treiben wir ein Gemenge von Wasserdampf mit Stickgas über rothglühende Eisenspäne, so erhalten wir das Stickgas unverändert wieder, wiewohl gemengt mit Wasserstoffgas. Daß sich in diesem Falle kein Ammoniak erzeugen kann, erklärt sich leicht, da Ammoniakgas in Berührung mit metallischem Eisen in der Hitze in seine Bestandtheile zerfällt.

Bei Berührung von aufgeschlämmtem Eisenoxydhydrat mit feinzertheiltem metallischen Eisen tritt übrigens schon bei wenig erhöhter Temperatur eine Wasserzersetzung und damit eine Wasserstoffentwickelung ein, indem sich Eisenoxyduloxyd (das Oxyd des Magneteisensteins) bildet. Da das Eisenoxydhydrat hier ähnlich wirkt wie eine Säure, so müßten wir in diesem Falle und überhaupt überall, wo Metalle unter Wasserstoffgasentwickelung in Säuren gelöst werden, in der Auflösung ein Ammoniaksalz erhalten.

Bis jetzt konnte aber die Gegenwart von gebildetem Ammoniak unter diesen Umständen nicht dargethan werden, und es ist aus den Versuchen über die Zerlegung des Wassers durch einen elektrischen Strom mit Zuverlässigkeit ermittelt, daß das aus lufthaltigem Wasser entwickelte Wasserstoffgas stets eine gewisse Menge Stickgas enthält, was sich nicht entwickeln dürfte, wenn es mit dem freiwerdenden Wasserstoffgase Ammoniak zu bilden vermöchte.

Man hat als einen evidenten Beweis der Ammoniakbildung aus dem Stickstoffe der Luft die Erfahrung betrachtet, daß das Eisenoxyd, was sich beim Rosten des Eisens in der Luft bildet, stets eine gewisse Menge Ammoniak enthält, allein die Luft enthält Ammoniak, was zum Eisenoxyde eine beträchtliche Verwandtschaft besitzt. Marshal Hall hat die

Unrichtigkeit der Ansicht, daß hierbei Wasser zerlegt werde, schon dargethan, und besonders zu diesem Zwecke in dem hiesigen Laboratorium angestellte Versuche haben bewiesen, daß wenn die Luft, ehe sie mit dem rostenden Eisen in Berührung kommt, durch eine Röhre mit concentrirter Schwefelsäure geleitet und damit von ihrem Ammoniakgehalte befreit wird, daß das sich bildende Oxyd keine Spur von Ammoniak enthält.

Braconnot hat (Annal. de chim. et de phys. Tom. LXVII. p. 104 u. ff.) gezeigt, daß die meisten Basalte, der Trapp, Granit von Rochepon, von Bresse, Syenit, Amphibole, der Wakit (eine Lava), der Basalt von Bedon, Quarz von Gerordines, Pegmatit und eine Menge anderer Felsarten bei trockener Destillation Wasser geben, welches deutlich Ammoniak enthält.

Diese Thatsachen lassen sich durch die Interpretation, die man dem Ammoniakgehalte der Eisenerze unterlegt hat, nicht erklären, und keinem Zweifel kann es unterliegen, daß das Ammoniak in beiden einerlei Ursprung hat, obwohl es durch Oxydation des Eisens nicht entstehen kann.

Die Frage, ob überhaupt der Stickstoff der Luft die Fähigkeit hat, mit Wasserstoffgas in dem Momente, wo es aus Wasser frei wird, sich zu Ammoniak zu vereinigen, ist in der neuesten Zeit, wiewohl eines ganz andern Zweckes wegen, zu einem Gegenstande sehr genauer Versuche gemacht worden.

Die Herren Will und Varrentrapp wandten nämlich die bekannte Erfahrung, daß sich der Stickstoff stickstoffhaltiger Verbindungen beim Glühen mit Kalihydrat als Ammoniak entwickelt, zur quantitativen Bestimmung des Stickstoffs in der organischen Analyse an. Mittelst einer Säure gebunden und in die Form des sogenannten Platinsalmiaks gebracht,

läßt sich das erzeugte Ammoniak mit Leichtigkeit wägen und aus seiner bekannten Zusammensetzung der Stickstoffgehalt berechnen. Eine große Menge Analysen von Stickstoffverbindungen, deren Stickstoffgehalt genau bekannt war, zeigten, daß dieses Verfahren ihrer Absicht vollkommen entsprach, bis einige Zeit darauf von Reiset Versuche bekannt gemacht wurden, wonach auch mit stickstofffreien Substanzen, Zucker z. B., mit Hülfe dieses Verfahrens Ammoniak erhalten wurde mit Materien, in denen der Stickstoff als Bestandtheil fehlt; er glaubte annehmen zu müssen, daß der Stickstoffgehalt der Luft, welche in den Poren der Mischung enthalten war, die Ursache dieser Ammoniakbildung sei, und daß mithin, da diese Luft nicht ausgeschlossen werden kann, dieser Umstand die Analysirmethode ungenau und verwerflich mache.

Neue und mit aller Sorgfalt von Will wiederholte Versuche zeigen, daß in der That unter Umständen, welche denen ähnlich sind, die schon früher von Faraday beobachtet wurden, auch mit stickstofffreien Materien, wenn sie mit Kali geglüht werden, Ammoniak erhalten wird, daß aber beim Ausschlusse derselben Stickgas mit Wasserstoff im Momente seines Freiwerdens keine Verbindung eingeht, daß aus beiden kein Ammoniak gebildet werden kann.

Die bewundernswürdigen Versuche von Faraday (Quarterly Journ. of Science, T. XIX. p. 16) beweisen, daß in allen den Fällen, wo beim Glühen von Kalihydrat mit stickstofffreien Substanzen Ammoniak erhalten wurde, dieses Ammoniak fertig gebildet in der Substanz oder im Kalihydrate sich befand. Es giebt keine Beobachtungen, welche überzeugender für die außerordentliche Verbreitung des Ammoniaks sind, dessen Gegenwart sich überall zu erkennen giebt, wo sich atmosphärische Luft befindet.

Zur richtigen Beurtheilung der Versuche von Faraday halte ich es für wichtig genug, sie hier ausführlich auseinanderzusetzen.

Nachdem nämlich Faraday beobachtet hatte, daß Holzfaser, Leinwand, oxalsaures Kali und eine Menge anderer stickstofffreien Materien, mit Kali, Natron, Kalkhydrat ꝛc. erhitzt, Ammoniak entwickelten, suchte er die Bedingungen, unter welchen Ammoniakbildung eintritt, auszumitteln; er suchte sie zuerst in den Alkalien. Kalihydrat aus Potasche, aus Weinstein, aus Kalium dargestellt, verhielt sich völlig gleich. Die organischen Substanzen für sich erhitzt geben auf Curcuma keine Reaction auf Ammoniak, mit den Alkalien zusammen geglüht tritt hingegen Ammoniakbildung ein.

Es lag ganz nahe, dem Stickstoffgehalte der Luft, welche die Substanzen umgab, einen Antheil an der Ammoniakbildung zuzuschreiben, so wenig wahrscheinlich dies auch schien, da die Luft bekanntlich Sauerstoff enthält, von dem man niemals beobachtet hatte, daß er unter diesen Umständen eine Verbindung mit dem freigewordenen Wasserstoffe eingeht, obwohl seine Verwandtschaft zum Wasserstoffe unendlich größer ist als die des Stickgases.

Der Voraussetzung nach würde der Stickstoff der Luft mit Wasserstoff aus zerlegtem Wasser Ammoniak gebildet haben müssen neben Sauerstoffgas, was zum Wasserstoffe eine weit größere Anziehung besitzt.

Die Versuche wurden in einer Atmosphäre von reinem Wasserstoffe wiederholt, aus Wasser bereitet, was durch lange anhaltendes Kochen von aller Luft vorher befreit war.

Aber auch in diesem Falle, wo alles Stickgas ausgeschlossen war, blieb die Ammoniakbildung nicht aus, es mußte demnach eine unbekannte Ursache der Ammoniakbildung geben

und dies war denn auch der Schluß, den Faraday aus seinen Versuchen zog.

Jetzt, wo man weiß, daß das Ammoniak ein Bestandtheil der Luft, daß es wie diese allgegenwärtig, daß das Ammoniakgas ein coercibles Gas ist, was an der Oberfläche von festen Körpern in weit größerer Menge wie Luft condensirt wird, wo man weiß, daß es in destillirtem Wasser stets vorhanden ist, erklären sich diese und die anderen noch weit unbegreiflicheren Versuche Faraday's auf eine höchst einfache Weise.

Feiner, glänzender Eisendraht, in schmelzendes Kalihydrat gebracht, veranlaßte die Entwickelung von Ammoniak, aber sie hört bald auf, die Einführung einer zweiten Portion von glänzendem Draht bewirkt eine neue Ammoniakentwickelung (Faraday).

Zink in schmelzendem Kalihydrat bewirkt sogleich eine Entwickelung von Ammoniak und Wasserstoffgas, aber obwohl die Bedingungen der möglichen Bildung fortdauern (Zink, Luft und freiwerdender Wasserstoff), die erzeugte Menge Ammoniak nimmt nicht zu; durch Zusatz von frischem Zink oder Kalihydrat wird aber eine neue Menge Ammoniak bemerkbar.

Etwas Kali und Zink wurden zusammen erhitzt, ein Theil davon in eine Flasche gethan, die man sogleich verschloß, ein anderer Theil wurde in Wasser gelöst, die klare Auflösung eingetrocknet und 24 Stunden bei Seite gestellt. Nach Verlauf dieser Zeit gab die erste Portion nur zweifelhafte Spuren von Ammoniak. Die andere gab sehr deutliche Beweise von seiner Gegenwart, anscheinend als habe sie die Substanz, welche die Quelle von Ammoniak war, während der Operation aus der Luft aufgenommen (Faraday).

Weißer Thon von Cornwallis, welcher rothglühend gemacht und darauf eine Woche der Luft ausgesetzt ward, gab reichlich Ammoniak, wenn man ihn in einer Röhre erhitzte. In gut verstopften Flaschen nach dem Glühen aufbewahrt, ward dieser Effect nicht erzeugt.

Die unzweifelhaftesten Beobachtungen, daß das in allen diesen Fällen erhaltene Ammoniak aus der Atmosphäre stammt und an der Oberfläche dieser Materien condensirt war, sind folgende (Faraday).

Meeressand wurde in einem Tiegel glühend gemacht und auf einer Kupferplatte erkalten lassen; 12 Gran davon wurden in eine reine Glasröhre gebracht und eine gleiche Menge auf die Hand geschüttet, einige Augenblicke darauf gelassen, mit dem Finger umgerührt, sodann mittelst eines Platinbleches in eine zweite Röhre mit der Vorsicht gebracht, keine andere thierische Substanz anderweitig mit den Sandkörnern in Berührung zu bringen (Faraday).

Als die erste Röhre erhitzt wurde, gab sie mit Curcumapapier kein Zeichen von Ammoniak, wohl aber die zweite in sehr entscheidender Menge. Zur Vorsicht wurden in allen diesen Versuchen die angewandten Glasröhren nicht mit Tuch oder Werg gereinigt, sondern ungebrauchte Röhren genommen, die man zum Rothglühen in einem Luftstrome vorher erhitzte (Faraday).

Eine Portion Asbest rothglühend gemacht und mit einer metallenen Zange in eine Röhre gebracht, gab beim Erhitzen kein Ammoniak, hingegen eine andere Portion, die nur mit dem Finger zusammengedrückt war, sogleich Ammoniak lieferte, als man sie in einer Röhre erhitzte (Faraday).

Wir wissen nun, daß die Oberhaut Ammoniak ausdunstet, daß der Schweiß stets Ammoniaksalze enthält, und nichts

kann gewisser sein, als daß in den letztbeschriebenen Versuchen das Ammoniak, ähnlich wie bei dem gebrannten Thone, welcher der Luft ausgesetzt gewesen war, an der Oberfläche des Sandes oder des Asbestes condensirt sich befand.

Diese Versuche erklären den Ammoniakgehalt der Ackerkrume, in welcher Pflanzen- und Thierstoffe völlig fehlen, sowie die Salpeterbildungen in Erdmischungen, welche verwesende Pflanzenstoffe enthalten, auf eine ungezwungene Weise.

Alle Beobachtungen vereinigen sich demnach in gegenwärtiger Zeit zu dem Schlusse, daß der Stickstoff der Luft nicht die Fähigkeit besitzt, in Ammoniak verwandelt zu werden, daß wir demnach, welche Gründe wir auch für die Wahrscheinlichkeit dieses Ueberganges haben mögen, keineswegs berechtigt sind, die Meinung, daß ein Theil des Stickstoffs der Pflanzen aus dieser Quelle stammt, zu einem Principe zu erheben; sie bleibt eine Hypothese, der Alles widerspricht, was an positiven Thatsachen bis jetzt zu unserer Kenntniß gelangt ist.

Alle Versuche, welche zu beweisen scheinen, daß Stickstoff aus der Luft in dem Organismus gewisser Pflanzen fixirt werde, daß namentlich Erbsen und Bohnen, welche in einem von animalischen Materien völlig freien Boden vegetirten, das Vermögen besitzen müßten, sich Stickstoff aus der Atmosphäre anzueignen, können jetzt, wo man weiß, daß die Luft als constanten Bestandtheil Ammoniak enthält, nicht die geringste Geltung mehr haben. Wenn man zuletzt erwägt, daß alle diese Versuche in Umgebungen angestellt sind, wo die Atmosphäre weit reicher war an Ammoniak als im freiem Felde, daß diese Pflanzen mit destillirtem Wasser begossen wurden, was, aus Brunnenwasser gewonnen, eine weit größere Menge kohlensaures Ammoniak ent-

hält als das Regenwasser, so liegt kein Grund vor, die Vergrößerung des Stickstoffgehaltes in den Samen, Blättern und Stengeln einer andern Quelle zuzuschreiben, die man nur geschaffen und erfunden hat, weil der Ammoniakgehalt des Wassers und der Luft damals nicht beachtet waren und jeder Anhaltspunkt zu einer richtigeren Erklärung gefehlt hatte.

Die Beobachtungen der Chemie haben dargethan, daß das Ammoniak nicht bloß ein Product der Fäulniß und Verwesung thierischer und vegetabilischer Stoffe, sondern in vielen chemischen Processen erzeugbar ist, wenn dem Stickstoffe stickstoffhaltiger Verbindungen in dem Momente seiner Abscheidung Wasserstoff dargeboten wird, mit dem er sich zu Ammoniak in diesem Falle vereinigt.

Zusammengesetzte stickstoffhaltige Gase (Cyangas, Stickoxyd, Stickoxydulgas ꝛc.), wenn sie mit Wasserstoffgas gemengt über glühenden Platinschwamm (Kuhlmann) oder über Eisenoxyd (Reiset) geleitet werden, verwandeln sich in Ammoniak.

Leitet man Wasserdampf über glühende stickstoffhaltige Holzkohle, so erhält man unter anderen Producten Blausäure, welche durch Alkalien in Ammoniak und eine Ameisensäure übergeführt werden kann.

Der Stickstoff der Salpetersäure mit Wasserstoff im Entstehungsmomente in Berührung, bei Auflösung des Zinns oder beim Schmelzen von salpetersauren Salzen mit Kalihydrat und organischen Stoffen, verwandelt sich in die Wasserstoffverbindung des Stickstoffs in Ammoniak.

In allen den Fällen, wo wir einen stickstoffhaltigen Körper mit Kalihydrat einer höheren Temperatur aussetzen, tritt sein Stickstoff aus in der Form von Ammoniak.

Der Stickstoff eines organischen Körpers, eines Pflanzen- und Thierstoffes oder ihrer Kohle stammt von dem Ammoniak, was die Pflanze aus der Atmosphäre erhielt, er nimmt in den erwähnten Zersetzungsprocessen die ursprüngliche Form wieder an, er kehrt wieder in den Zustand des Ammoniaks zurück.

Alles dies sind aber keine eigentlichen Ammoniakerzeugungen, sie können bei der Frage, um die es sich hier handelt, nicht in Betracht gezogen werden. (Ueber den Ammoniakgehalt verschiedener Bodenarten siehe Anhang.)

Ist die Salpetersäure ein Nahrungsmittel für die Gewächse?

Um die Meinung, ob die Salpetersäure ein Nahrungsmittel, eine von der Natur dargebotene Stickstoffquelle für die Pflanzen sei, in ihrer wahren Bedeutung aufzufassen, ist es vor Allem wichtig, den Ursprung der Salpetersäure ins Auge zu fassen.

Auf Veranlassung der französischen Regierung setzte die Akademie der Wissenschaften in Paris 1770 einen Preis auf die beste Abhandlung über die Bildung der Salpetersäure und ihre Erzeugung in künstlichen Salpeterplantagen. Den Berichterstattern der Akademie, unter denen sich Lavoisier befand, wurden 70 Abhandlungen zur Prüfung übergeben, deren Resultat mit den in funfzig darauf folgenden Jahren

gemachten Erfahrungen in einer kleinen Schrift enthalten ist, welche Gay-Lussac im Jahre 1825 herausgab (Instruction sur la fabrication du salpètre, publié par la commission des poudres et salpètre, 1825).

Dieses Resultat ist darin in den beiden folgenden Sätzen ausgedrückt:

1) »Aller Stickstoff, welcher zur Bildung der Salpetersäure nöthig ist, wird derselben von animalischen Substanzen geliefert.«
2) »In den zur Salpeterbildung geeigneten Materien erzeugt sich an der Luft niemals Salpeter ohne Mitwirkung einer thierischen Substanz.«

Diesem Ausdrucke unzähliger und unzweifelhafter Erfahrungen steht eine andere Ansicht gegenüber, welche voraussetzt, daß sich unter gewissen Bedingungen Salpeter in Erdmischungen bilden könne ohne alle Mitwirkung animalischer Substanzen, daß sich darin Salpetersäure erzeugen könne auf Kosten der Bestandtheile der Luft. Die Anhänger dieser Ansicht stützen sich unter anderen auf folgende Erfahrungen. Wenn nämlich die Salpeter führenden Erden, von allen löslichen Salzen durch Auslaugen befreit, mehrere Jahre hintereinander der Luft ausgesetzt werden, so liefern sie zum zweitenmale Salpeter, und diese Wiedererzeugung erneuert sich, wiewohl in abnehmendem Verhältnisse, zum dritten- und viertenmale; hier sind ja, so behaupten die Anhänger dieser Ansicht, die stickstoffhaltigen Substanzen entfernt worden, wo sollte nun der Stickstoff der Salpetersäure, die sich nach der Hand erzeugt, anders hergekommen sein als aus der Luft? Dieser Schluß ist gegen alle Regeln der inductiven Wissenschaften. Wenn eine bekannte Ursache in allen untersuchten Fällen eine und dieselbe Wirkung hervorbringt, so müssen

wir in den nicht untersuchten Fällen, von der beobachteten gleichen Wirkung rückwärts, auf die nämliche Ursache schließen, wir dürfen keine neuen Ursachen erfinden, um uns die Mühe der näheren Untersuchung zu ersparen.

Nie ist von denen, welche die Meinung hegen, daß der Stickstoff der Luft in den Salpetererden in Salpetersäure übergehen könne, die Menge der in diesen Mischungen enthaltenen stickstoffhaltigen Substanzen bestimmt, nie ist die Menge des gewonnenen Salpeters damit verglichen worden. Die Personen, welche, wie Gay-Lussac, diese Mühe auf sich nahmen, fanden stets, daß nur eine den vorhandenen animalischen Substanzen entsprechende Menge Salpeter gebildet wird, weniger, wenn es daran fehlte, mehr, wenn ihre Menge vergrößert wurde.

Einen andern Grund für diese Meinung hat man von der Bildung der salpetersauren Salze in gewissen Kalkhöhlen auf Ceylon hergenommen, wo sich nach der Angabe von J. Davy salpetersaurer Kalk und Kali in einem Feldspath führenden Kalksteine bildet, welcher keine Spur animalischer Substanzen enthielt. Dieses letztere ist aber sehr zu bezweifeln, indem es kaum einen Kalkstein giebt, welcher nicht beim Erhitzen eine ammoniakalische Flüssigkeit giebt. Der Versuch, aus besonders zu diesem Zwecke gereinigten Materialien (kohlensaurem Kalk, Feldspath und reinem ammoniakfreien Wasser) in diesen Höhlen salpetersaure Salze entstehen zu machen, wäre entscheidend gewesen, wenn sich nach einer gewissen Zeit in einer solchen Mischung Salpeter gefunden haben würde, allein dieser Versuch ist so wenig wie die Untersuchung des von oben durch die Decke der Höhle filtrirenden Wassers gemacht worden. Der Schluß, daß sich in diesen Höhlen Salpetersäure auf Kosten des Stickstoffs der Luft

bilde, ist keineswegs gerechtfertigt; nur das ist gewiß und der Wahrheit entsprechend, daß die Bildung des Salpeters den Besuchern dieser Höhlen unbekannt geblieben ist.

So findet sich sehr häufig in dem Brunnenwasser der Städte eine beträchtliche Menge Salpeter, der in den Brunnen und Quellen außerhalb gänzlich fehlt. Berzelius fand in dem Brunnenwasser der Stadt Stockholm salpetersaure Salze, Marggraf erwähnt ihr Vorkommen ebenfalls, und ich selbst habe in zwölf Brunnen der Stadt Gießen das Vorhandensein von salpetersauren Salzen dargethan (Ann. de chim. et de phys. XXXV. 332), die in sechs Brunnen, 2—300 Schritte von der Stadt entfernt, nicht nachgewiesen werden konnten. An diesen Orten werden dem Boden thierische Materien in verwesendem und faulendem Zustande in Menge zugeführt, und überall verwandelt sich der Stickstoff derselben in Salpetersäure, wo die Bedingungen zu diesem Uebergange sich vereinigen.

Einen großen Theil alles Salpeters, der in Frankreich zur Pulverfabrikation und anderen Zwecken verbraucht wird, gewinnt man in Paris. Die dortigen Salpetersieder verwenden zu diesem Zwecke den untern Theil der alten abgebrochenen Häuser, der mit den Flüssigkeiten der Straße in beständiger Berührung ist. In diesem Theile der Häuser findet sich reichlich Salpeter, während die oberen Theile keine Spur enthalten.

Es kann nicht geleugnet werden, daß in einer Erde, in welcher sich salpetersaure Salze zu bilden vermögen, die meisten Pflanzen üppiger und kräftiger sich entwickeln als in einem Boden, worin die Bedingungen der Salpetersäurebildung fehlen.

Mit dem größten Rechte schreibt man den in einem sol-

chen Boden enthaltenen Thierſtoffen, den Alkalien, ſowie den in den Thierſubſtanzen enthaltenen phosphorſauren Salzen die Urſachen ſeines günſtigen Einfluſſes auf die Vegetation zu. Aus den Thierſubſtanzen entſteht das für die Pflanzen ſo nothwendige Ammoniak, ohne ſie würde ſich in dieſen Erdmiſchungen keine Salpeterſäure bilden können.

Die Gegenwart ſalpeterſaurer Alkalien zeigt in einem Boden mit Beſtimmtheit an, daß ſich die wichtigſten Bedingungen des Gedeihens der Pflanze darin befinden, allein dieſe Salze ſind nicht die Urſache dieſes Gedeihens, eben weil beide, der üppige Pflanzenwuchs und die Salpeterbildung, Effecte von einerlei auf die Erde wirkenden Urſachen ſind.

Gewiß iſt, daß die ganze weite Umgegend der Salpeterminen zu Quarta ſaga und Sta. Roſa, die mit ſalpeterſauren Salzen durchdrungen iſt, buchſtäblich eine vollkommene Wüſte darſtellt, in welcher nur ein kleiner Cactus ſpärlich fortkommt (Darwin). Ein Grund der Unfruchtbarkeit dieſer Gegend mag in dem Mangel an Waſſer liegen; allein wären ſie feucht und erhielten ſie reichlichen Regen, ſo würden die ſalpeterſauren Salze längſt verſchwunden ſein, und auch ohne ihre Gegenwart würden alsdann in dieſem Clima alle Gewächſe in üppigſter Fülle gedeihen.

Der gewöhnlichſte Irrthum iſt, daß man einen Boden, in dem ſich ſalpeterſaure Salze *befinden*, verwechſelt mit einem andern, in dem ſie *ſich bilden*. Wenn in dem erſtern die Bedingungen zu einer weitern Bildung von Salpeterſäure (animaliſche Subſtanzen) fehlen, ſo iſt er unfruchtbar, er iſt hingegen fruchtbar, wenn dieſe Bedingungen vorhanden ſind. Die letzteren ſind alſo die Urſachen des beſſern Gedeihens der Gewächſe und nicht die ſalpeterſauren Salze.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt ſich, daß die Bildung der Salpeterſäure auf der Oberfläche der Erde, ſo weit unſere Erfahrungen reichen, abhängig iſt von der Gegenwart thieriſcher Materien.

Da nun die Thierſubſtanzen ihren Stickſtoff aus der Luft, und zwar in der Form von Ammoniak empfangen, ſo ſtammt in letzter Form die Salpeterſäure der ſalpeterſauren Salze aus dem Ammoniak der Atmoſphäre. Man kann nun hinzuſetzen, daß das Ammoniak nicht nur die letzte, nein, daß es als die nächſte Quelle der Salpeterſäure angeſehen werden muß. Wir haben nämlich Gründe zu glauben, daß der Stickſtoff verweſender Thierſubſtanzen, ehe er in Salpeterſäure übergeht, die Form von Ammoniak annimmt, und daß dieſes erſt die Fähigkeit hat, mit dem Sauerſtoffe der Luft Salpeterſäure zu bilden (ſiehe das Kapitel über Verweſung im 2ten Theile dieſes Buches), ſo daß wir alſo das Ammoniak als die Hauptquelle aller Salpeterſäurebildung auf der Oberfläche der Erde anſehen können, daß man die Erzeugung von Salpeterſäure überall zugeben kann, wo ſich Ammoniak und die Bedingungen ſeiner Oxydation vereinigt finden.

Das Vorkommen ungeheurer Lager von ſalpeterſauren Salzen in Südamerika kann nicht den entfernteſten Grund abgeben, außer der gewöhnlichſten Bildungsweiſe der Salpeterſäure noch eine andere anzunehmen, es iſt nicht nöthig, den Stickſtoff der Luft zu Hülfe zu nehmen, um ihre große Ausdehnung erklärlich zu finden. Wir finden ja in der Natur ganze Gebirge von Schalthieren, von Ueberreſten mikroſkopiſcher Thiere, die im lebenden Zuſtande eine gewiſſe Menge Stickſtoff enthielten, wir finden große Lager von Thierexcrementen (Koprolithen), welche die Exiſtenz zahlloſer

Individuen einer untergegangenen Thierwelt außer Zweifel setzen. In den Processen der Fäulniß und Verwesung konnte der Stickstoff, der einen Bestandtheil ihrer Organe ausmachte, nur in zwei Formen austreten, in den kalten Climaten vorzugsweise in der Form von Ammoniak, in den warmen Gegenden in der Form von Salpetersäure, welche letztere sich natürlich da anhäufen mußte, wo aus Mangel an Wasser die daraus gebildeten Salze nicht fortgeführt werden konnten.

Das Ammoniak ist übrigens nicht die einzige Quelle der Salpeterbildung. Wir kennen in der Wirkung, welche der elektrische Funke auf die Bestandtheile der Luft, die gleichzeitig die Elemente der Salpetersäure sind, ausübt, noch eine zweite Quelle, die dem Anscheine nach sehr verbreitet ist.

Cavendish beobachtete zuerst, daß beim anhaltenden Hindurchschlagen von elektrischen Funken das Volumen der feuchten Luft abnimmt, daß sich hierbei eine im Wasser lösliche Säure bilde. Dieser große Naturforscher bewies in einer Reihe unzweifelhafter Versuche, daß durch den Einfluß der Elektricität die Bestandtheile der Luft, der Sauerstoff mit dem Stickstoffe, sich zu Salpetersäure vereinigen.

Es ist nun wahrscheinlich, daß der Blitz, der mächtigste elektrische Funke, den man kennt, wenn er bei einem Gewitter die feuchte Luft durchschneidet, eine Verbindung der Bestandtheile der Luft zu Salpetersäure zur Folge haben muß.

In einer Untersuchung des Regenwassers, welche der Autor in dem Jahre 1826—1827 anstellte (Ann. de chim. et de phys. XXXV. 329), ergab es sich in der That durch die Analyse von 77 Regenwasser-Rückständen, daß 17 davon, die durch Verdampfung von Gewitterregenwasser erhalten

worden waren, mehr oder weniger Salpetersäure enthielten, welche theils an Kalk, theils an Ammoniak gebunden war. In den 60 anderen Rückständen enthielten nur zwei Spuren von Salpetersäure.

Das Vorkommen der Salpetersäure in dem Regenwasser als salpetersaures Ammoniak macht es ungewiß, ob der Stickstoff derselben von der atmosphärischen Luft oder von dem in derselben in Gasform vorhandenen Ammoniak stammt. Henry hat beobachtet, daß Ammoniakgas bei Gegenwart von Sauerstoffgas durch elektrische Funken ebenfalls in Salpetersäure übergeführt wird. Wenn der Regen in der Form von Staub kohlensauren Kalk mechanisch beigemischt enthält, so muß beim Abdampfen das darin enthaltene salpetersaure Ammoniak in kohlensaures Ammoniak, was entweicht, und in salpetersauren Kalk zerlegt werden, der im Rückstande bleibt.

Die Menge der in dem Gewitterregenwasser enthaltenen Salpetersäure ist nicht bestimmbar. Zwei bis drei hundert Pfunde filtrirtes Regenwasser liefern nur einige Gran eines gefärbten Rückstandes, und das darin enthaltene salpetersaure Salz macht nur einen Bruchtheil seines Gewichts aus.

Die Analyse des Quell- und Flußwassers ist weit geeigneter, um zu einer bestimmten Vorstellung über die Menge von Salpetersäure zu gelangen, welche durch den Einfluß der Elektricität in der Atmosphäre gebildet wird. Denken wir uns die Salpetersäure frei im Wasser vorhanden, so muß sie als eine flüchtige Säure beim Verdampfen in Porzellangefäßen entweichen, der Rückstand wird keine Spur davon enthalten, wenn die zu ihrer Fixirung nöthigen Basen fehlen. Das Wasser unserer Quellen, Bäche und Flüsse ist Regenwasser, was, wenn Salpetersäure einen Bestandtheil

davon ausmacht, beim Hindurchsickern durch die Erde, in welcher Kalk und alkalische Basen niemals fehlen, einen Gehalt von salpetersauren Salzen empfangen muß.

Es geht nun aus den interessanten Beobachtungen, welche Göbel auf seiner Reise in die Steppen des südlichen Rußlands gemacht hat, hervor, daß durch die Verdunstung des Wassers vom Charysacha-Flusse, der in den Elton-See fällt, dieses letztere eine jährliche Zufuhr von 47777 Millionen Pfunden Salz erhält. Von der Wassermasse, welche verdunsten muß, um diese Salzmenge abzusetzen, kann man sich eine Vorstellung machen, wenn man erwägt, daß das Charysacha-Wasser nicht ganz 5 p. c. an Salzen enthält.

Der Fluß entspringt etwa 40 Werste vom Elton-See und erhält sein Wasser durch den im Gebirge fallenden Regen und durch den Schnee.

Es ist klar, daß, wenn die Salpetersäure einen constanten oder überhaupt bemerkbaren Bestandtheil des Regenwassers ausmacht, man in der nach dem Krystallisiren des Salzes zurückbleibenden Salzlauge nachweisbare Mengen von Salpetersäure auffinden müßte. Allein Göbel hat weder in dem Wasser des Flusses, noch in dem abgelagerten Salze Anzeichen der Gegenwart salpetersaurer Salze beobachtet.

In dem Wasser des artesischen Brunnens*) auf der

*) Payen fand in 100000 Theilen dieses Wassers:

Kohlensauren Kalk	6,80
» Magnesia	1,42
» Kali	2,96
schwefelsaures Kali	1,20
Chlorkalium	1,09.

Ebene von Grenelle, in dem Nilwasser *), in dem Seinewasser, was in trockener Jahreszeit kohlensaures Ammoniak enthält, in dem Themsewasser, dem Rheinwasser hat bis jetzt Niemand das Vorhandensein salpetersaurer Salze dargethan.

Man kann hiernach annehmen, daß in Europa die Menge der Salpetersäure, welche die Erde durch den Regen empfängt, verschwindend klein ist, und daß, wenn die durch den Blitz gebildete Salpetersäure eine günstige Wirkung auf die Vegetation ausübt, dieser Einfluß nicht als eine Quelle des Stickstoffs für die Pflanzen in Rechnung genommen werden darf. Wenn man erwägt, daß die Anzahl der Gewittertage in den meisten Gegenden nur durchschnittlich 12, in vielen nur 8 beträgt, so muß es von vorn herein durchaus unmöglich erscheinen, die Gegenwart der Salpetersäure in dem Fluß- und Quellwasser nachzuweisen.

Unter dem Aequator, wo die Gewitter weit häufiger sind, ließe sich denken, daß der Salpetersäuregehalt des Regenwassers bemerklich größer ist, allein wenn derselbe nach den bekannten Untersuchungen von Quell- und Flußwasser beurtheilt wird, z. B. nach den Analysen des Wassers von

*) Regnault fand in 22 Pfd. Nilwasser:

Kohlensauren Kalk	5,30
kohlensaure Magnesia	7,43
Eisenoxyd	0,53
Kochsalz	4,77
schwefelsaure Bittererde	0,53
Kieselerde	1,06
Thonerde	1,59
Extractivstoff	0,53
kohlensaures Gas	12,19
	33,93 Grammen.

Paipa bei Tunga, des Waſſers des Rio vinagré und der heißen Mineralquellen der Cordilleren, welche Bouſſingault in Südamerika angeſtellt hat, und in denen keine Anzeichen der Gegenwart von ſalpeterſauren Salzen beobachtet worden ſind, ſo finden wir auch in dieſen keine Gründe für die Meinung, daß durch die Wirkung des Blitzes in dieſen Gegenden eine bemerklich größere Menge Salpeterſäure erzeugt wird als in den gemäßigten Zonen.

Aus dem Vorhergehenden läßt ſich der Schluß ziehen, daß die Salpeterſäure oder ihre Salze von der Natur nicht dazu beſtimmt ſind, den Pflanzen Stickſtoff zu liefern. Wäre dies in der That der Fall, ſo müßte man vorausſetzen, daß dieſe Quelle allen Pflanzen ohne Unterſchied zugänglich wäre. Aber den Seepflanzen iſt ſie völlig abgeſchloſſen, und auch bei den Landpflanzen der gemäßigten und kalten Zonen kann der Seltenheit der Gewitter wegen nicht angenommen werden, daß ein wägbarer Theil ihres Stickſtoffgehaltes der durch die Wirkung des Blitzes auf die Beſtandtheile der Luft erzeugten Salpeterſäure ihren Urſprung verdankt.

Angenommen aber, die Salpeterſäure nehme einen beſtimmten Antheil am Pflanzenleben, ſo bleibt das Ammoniak immer die letzte Quelle des Stickſtoffs der Pflanzen, denn ſoweit die Unterſuchungen reichen, wird alle Salpeterſäure an der Oberfläche der Erde durch Verweſung des Ammoniaks gebildet, und es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß die Salpeterſäure, die wir in dem Gewitterregenwaſſer finden, von dem Vorhandenſein des nämlichen Körpers abhängig iſt.

Die Zurückführung der Wirkung aller ſtickſtoffhaltigen Thier- und anderer Subſtanzen auf die einzige von der Natur allen Pflanzen dargebotene Nahrungsquelle für den Stickſtoff ſchließt, wie ſich von ſelbſt verſteht, die Anwendung

dieser verschiedenen anderen Stoffe in der Agricultur nicht aus. Wenn wir wissen, daß wollene Lumpen, Hornspäne, Haare in dem Acte ihrer Verwesung langsame, aber andauernde Quellen von Ammoniak darstellen, so liegt es in der Natur der Sache, daß wir sie benutzen überall, wo ihr Preis, verglichen mit dem zu erwartenden Vortheile, ihre Anwendung nicht ausschließt.

Ganz dasselbe muß für die salpetersauren Salze gelten. Wir haben darin Stickstoff in einer andern Form als im Ammoniak, die Salpetersäure oder vielmehr salpetrige Säure ist die dem Ammoniak gerade entgegengesetzte Verbindung; allein wir sehen, daß in dem Organismus der Pflanze die Kohlensäure und das Wasser, deren Bestandtheile mit einer weit größern Kraft zusammengehalten sind, eine Zerlegung erfahren. Wir betrachten die Schwefelsäure als eine Quelle für den Schwefel. Warum sollte die Salpetersäure nicht durch die nämlichen Ursachen eine ähnliche Zerlegung erfahren, warum sollte ihr Stickstoff nicht ähnlich wie der Kohlenstoff oder Schwefel zu einem Bestandtheile eines Pflanzentheils werden können?

Durch das Ueberstreuen der Felder mit salpetersaurem Natron haben einige Landwirthe, namentlich auf Grasland, einen bemerkbar höhern Ertrag erhalten; auf Getreidefeldern und für Wurzelgewächse zeigte es sich minder wirksam.

Die Frage, von welchem Bestandtheile dieses Salzes der günstige Erfolg abhängig war, ist noch nicht entschieden. Drückt man den Ertrag an Heu und Stroh, den Herr Gray in Dilston und Herr Hyett durch Düngung mit salpetersaurem Natron mehr erhielten (siehe Journal of the royal agricultural society of England), durch ihren bekannten Stickstoffgehalt aus; so ergiebt sich das sonderbare

Resultat, daß die Quantität an Stickstoff, welche in diesem Heu und Stroh geerntet wurde, doppelt so viel beträgt, als das zur Düngung angewandte salpetersaure Salz enthielt!

Wenn man sich nun erinnert, daß der Ertrag vieler Wiesen durch Düngung mit gebrannten Knochen oder durch Holzasche um die Hälfte, ja um das Doppelte bis Dreifache gesteigert werden kann, durch Materien also, die keinen Stickstoff enthalten, so bleibt es immer noch zweifelhaft, ob es die Salpetersäure des salpetersauren Natrons ist, von der die Wirkung ausgeübt wurde.

Eine Menge von Pflanzen, wie Borago officinalis, Cochlearia officinalis, Mesembryanthemum crystallinum, Apium graveolens, die Sonnenblume, der Tabak enthalten in ihrem Safte gelöst beträchtliche Mengen von Salpeter, den man in anderen Pflanzen, welche auf demselben Boden in ihrer Nähe wachsen, nicht findet. Das stete Vorhandensein des salpetersauren Salzes erlaubt keinen andern Schluß, als daß der Stickstoff der Salpetersäure nicht in ihrem Organismus verwendet wird zur Bildung ihrer stickstoffhaltigen Bestandtheile, eben weil sie sonst in einer gewissen Periode des Lebens dieser Pflanze mit diesem Uebergange verschwinden müßte.

In allen Fällen sind die salpetersauren Salze Düngmittel, welche dem Acker diejenigen Bodenbestandtheile nicht ersetzen, die man in der Ernte dem Boden nimmt, und wenn sie auch durch ihren Säure- oder Alkaligehalt das Wachsthum ein oder zwei Jahre lang steigern, so muß durch diese Steigerung selbst der Boden um so früher erschöpft und um so ärmer werden. Ein eigentlicher dauernder Gewinn ist durch die Anwendung salpetersaurer Salze nicht zu erwarten.

Nimmt der Stickstoff der Luft Antheil an der Vegetation?

Priestley und Ingenhouß hatten angenommen, daß die Pflanzen die Eigenschaft besitzen, das Stickgas der Luft zu assimiliren. Der erstere führt an, daß ein Exemplar von Epilobium hirsutum unter einer Glasglocke von 10 Zoll Höhe und einem Zoll Weite innerhalb eines Monats sieben Achtel der darin enthaltenen Luft absorbirt habe.

Diese Versuche sind von de Saussure (Untersuchungen, S. 189) mit aller Sorgfalt in reinem Stickgas sowohl wie in atmosphärischer Luft genau nach dem Verfahren, was Priestley vorschreibt, wiederholt worden, allein mit einem entgegengesetzten Resultate. De Saussure bemerkt: »Ich habe die Versuche viel länger fortgesetzt, allein ich habe niemals eine Verminderung von Stickgas wahrnehmen können. Dasselbe zeigte sich bei allen anderen Gewächsen, die ich den nämlichen Proben unterwarf. Die Pflanzen verdichten also das Stickgas der Luft nicht merklich: die Versuche von Woodhouse und Sennebier bestätigen diese Behauptung.«

Wir haben demnach keine directen Beweise für die Ansicht, daß der Stickstoff der Luft in dem Lebensprocesse der Pflanze zu einem Theile ihrer selbst übergeht. In dem gegenwärtigen Augenblicke fehlen aber auch alle indirecten Beweise.

Viele landwirthschaftliche Schriftsteller gefallen sich darin, als entscheidende Beweise für die Assimilation des Stickstoffs der Luft durch die Pflanzen die Versuche und Beobachtungen von Bousſingault anzuführen, allein ihrer Interpretation, zu Gunsten dieser Meinung, fehlen alle Stützen.

Dieser ausgezeichnete Naturforscher stellte zur Lösung der Frage über den Ursprung des Stickstoffs in den Culturpflanzen eine große Anzahl von Versuchen an, deren Resultat wir mit seinen eigenen Worten wiedergeben (Ann. de chim. et de phys. LXIX.):

»Ich glaube durch zahlreiche Analysen bewiesen zu haben, daß der Stickstoffgehalt einer Reihenfolge von Gewächsen stets größer ist und häufig in einem stärkern Verhältnisse, als der Stickstoff des Düngers.

Dieser Ueberschuß stammt zweifellos aus der Luft, und es ist mehr als wahrscheinlich, daß in diesem Falle ein Theil des überschüssigen Stickstoffs in der Form von salpetersaurem Ammoniak aufgenommen wird, von welchem Hr. Liebig gezeigt hat, daß es sich häufig als Bestandtheil des Gewitterregenwassers findet. Ehe dies angenommen werden darf, muß natürlich die Wirkung dieses Salzes auf die Gewächse erst ausgemittelt werden.«

In seiner letzten Abhandlung über diesen Gegenstand (Ann. de ch. 3 Série. T. I. p. 240) sagt Bousſingault:

»Wenn man diese Tabellen durchgeht, so ergiebt sich, daß der Stickstoffgehalt der geernteten Pflanzen stets den des Düngers an Quantität übersteigt. Ich nehme im Allgemeinen an, daß dieser Ueberschuß von der Atmosphäre stammt. Was die Art und Weise betrifft, wie dieses Element in die Pflanze aufgenommen wird, so weiß ich darüber nichts anzugeben. Der Stick-

stoff kann direct als Gas oder aufgelöst im Wasser aufgenommen worden sein, oder was möglich ist, wie einige Naturforscher (de Saussure) glauben, es kann in der Luft eine unendlich kleine Menge Ammoniak enthalten sein.«

Die Versuche von Bousſingault sind also Beweise dafür, daß sich in den Culturpflanzen nicht allein der Stickstoff des Düngers wiederfindet, sondern außer diesem noch ein Ueberschuß, der aus keiner andern Quelle abgeleitet werden kann als aus der Atmosphäre. Daß der Stickstoff der wildwachsenden Pflanzen aus der Luft stammen muß, darüber hatte man, als keines Beweises bedürftig, keine Versuche nöthig.

Bousſingault hat nicht im entferntesten daran gedacht, seine Versuche als Gründe für die Meinung geltend zu machen, daß der Stickstoff der Luft in den Organismus der Pflanze überzugehen vermöge, sondern nur als Beweise, daß der Stickstoff der Culturpflanzen aus der Atmosphäre stamme.

Der Riesentang.

Hier (Terra del Fuego) giebt es ein Product des Meeres, dessen Bedeutung einer besondern Auseinandersetzung werth ist. Es ist der Kelp oder Riesentang (Fucus giganteus nach Solander). Diese Pflanze wächst auf allen Felsen, im niedrigsten Wasser wie in der größten Tiefe. Ich glaube, während der Reise der Adventure und Beagle wurde kein Felsen an der Oberfläche des Meeres entdeckt, welcher nicht bedeckt war mit diesem schwimmenden Unkraute. Der Stengel ist rund, schleimig und glatt und ist selten über einen Zoll dick, mehrere zusammengenommen sind stark genug, um das ganze Gewicht der Steinblöcke zu tragen, an denen sie befestigt sind, und einige dieser Steine sind so schwer, daß sie, an die Oberfläche gezogen, kaum durch eine Person in ein Boot gehoben werden können.

Cook in seiner zweiten Reise sagt, daß in »Kerguelen Land« dieses Kraut von einer ganz außerordentlichen Länge vorkommt, obwohl der Stengel selten dicker als ein Daumen ist. Ich habe erwähnt, daß an manchen Orten, wo es wächst, wir mit dem Senkblei bei einer Tiefe von 24 Faden noch keinen Grund erreichten. Die Wassertiefe muß deshalb noch weit größer sein. Da nun dieses Kraut nicht in gerader Linie in die Höhe wächst, sondern einen sehr spitzen Winkel mit dem Boden macht, und viel davon nach der Hand mehrere Faden weit auf der Oberfläche sich ausbreitet, so glaube ich mit Sicherheit behaupten zu können, daß

einige dieser Pflanzen eine Länge von 60 Faden und mehr erreichen.

Gewiß ist, daß es an den Falklandsinseln und dem Feuerlande ausgedehnte Boden giebt, welche von 10 und 15 Faden Tiefe in die Höhe kommen. Ich glaube nicht, daß der Stengel irgend einer Pflanze in der Welt die große Länge von 360 Fuß erreicht, wie von Cook angegeben ist. Ihre geographische Verbreitung ist sehr beträchtlich, es findet sich an den äußersten südlichen Inselchen vom Cap Horn an bis nordwärts an der äußern Küste bis zur Breite von 43°; an der Westküste von Chilve bei 42° Breite kommt es ziemlich häufig vor, wiewohl nicht so üppig. Möglicherweise mag es noch nördlicher vorkommen, aber bald folgen dort verschiedene Arten darauf. Wir haben demnach für sein Vorkommen 15 Grade Breite und nicht weniger als 140 Längengrade.

Die Anzahl lebendiger Geschöpfe aller Arten, deren Bestehen auf's engste geknüpft ist an den Kelp, ist wundervoll. Ein dickes Buch könnte mit der Beschreibung der Bewohner von einer dieser Seewiesen angefüllt werden. Beinahe jedes Blatt, bis auf die, welche an der Oberfläche schwimmen, ist so dick mit Corallinen incrustirt, daß es weiß erscheint. Wir finden ausgesucht feine Bildungen (Struction), einige bewohnt von hydraähnlichen Polypen, andere von zusammengesetzterer Organisation und schönen zusammengesetzten Ascidien. An der ebenen Oberfläche der Blätter finden sich mannichfaltige patelli, ferner Muscheln, nackte Mollusken und viele zweischalige Muscheln befestigt. Zahllose Schalthiere halten sich in jedem Theile der Pflanze auf. Wenn man die großen in einander verwickelten Wurzeln schüttelt, so fällt ein Haufen von kleinen Fischen, Muscheln,

Krabben, Seeeier, Sternfische, schöne Holothurien, Planerien und kriechende Nereiden von mannichfaltigen Formen heraus. Ich kann diese großen Meerwälder der südlichen Halbkugel nur mit den großen Landwäldern unter den Tropen vergleichen. Doch wenn die letzteren in irgend einer Gegend zerstört werden würden, so glaube ich kaum, daß eben so viele Thiergeschlechter untergehen würden, als unter gleichen Umständen mit dem Kelp. Mitten in dem Laube dieser Gewächse leben zahlreiche Arten von Fischen, welche nirgends anderswo Schutz oder Nahrung zu finden vermöchten. Mit ihrer Zerstörung würden die vielen Seemöven, Taucher und andere von Fischen lebende Vögel, die Otter, Seekälber und Meerschweine würden ebenfalls bald untergehen, und zuletzt würde der wilde Feuerländer, der Herr dieses elenden Landes, seine cannibalischen Feste verdoppeln müssen, sie würden an Anzahl hierdurch immer abnehmen und zuletzt zu bestehen aufhören.« Chr. Darwin, Journ. of researches 304.

Zusammensetzung

der

künstlichen Ackererde,

welche in Wiegmann's und Polstorf's Versuchen über die organischen Bestandtheile der Gewächse benutzt wurde (Preisschrift S. 9):

Quarzsand	861,26
schwefelsaures Kali . . .	0,34
Kochsalz	0,13
Gyps (wasserfrei) . . .	1,25
geschlemmte Kreide . .	10,00
kohlensaure Bittererde .	5,00
Manganoxyd	2,50
Eisenoxyd	10,00
Thonerdehydrat	15,00
phosphorsaurer Kalk . . .	15,60
torfsaures *) Kali . . .	3,41

*) Zur Darstellung dieser Verbindungen wurde gewöhnlicher Torf mit schwacher Kalilauge gekocht und die sehr dunkel gefärbte Auflösung mit verdünnter Schwefelsäure niedergeschlagen. Der Niederschlag ist die unter dem Namen Torfsäure aufgeführte Substanz. Durch Auflösung derselben in Kali, Natron oder Ammoniak und Abdampfen der gesättigten Lösungen wurden obige Verbindungen dieser Basen mit der Torfsubstanz und durch wechselseitige Zersetzung dieser Auflösungen mit reinem Kalk, Bittererde und Salz der torfsaure Kalk, Bittererde, Eisenoxyd, Thonerde dargestellt. Unter Humus versteht man bekanntlich die in Verwesung übergegangenen Thier- und Pflanzenstoffe, welche in fruchtbarer Ackererde selten fehlen. W. und P. ersetzten diese durch die Torfsubstanz. Durch anhaltendes Kochen der Torfsäure mit Wasser geht sie in die unlösliche Modification über, welche oben als unlösliche Torfsäure angeführt wurde.

torfsaures	Natron . . .	2,22
«	Ammoniak . .	19,29
»	Kalk	3,07
»	Bittererde . .	1,97
»	Eisenoxyd . . .	3,32
»	Thonerde . . .	4,64
unlösliche	Torfsäure . . .	50,00.

Verhalten der in reinem Sande und in künstlicher Ackererde gezogenen Pflanzen:

Vicia sativa.

A.

In reinem Sande.

Die Pflanze erreichte bis zum vierten Juli eine Höhe von 10 Zoll und schien einzeln blühen zu wollen. Am 6. und 7. Juli entfalteten sich einzelne Blüthen, welche auch am 11. schon kleine Schoten ansetzten, die aber keinen Samen enthielten und am 15. schon verwelkt waren. Sämmtliche Pflanzen, die unten schon gelbe Blätter zeigten, wurden mit den Wurzeln aus dem Sande gezogen, die Wurzeln mit destillirtem Wasser abgewaschen, getrocknet und eingeäschert.

B.

In künstlicher Ackererde.

Diese erreichte bis zur Mitte Junius eine Höhe von 18 Zoll, so daß sie mit Reisern gestützt werden mußte, blühte vom 16. Juni an üppig und setzte gegen den 26. Juni viele gesunde Schoten an, die am 8. August reiften und keimfähigen Samen enthielten. Sämmtliche Pflanzen wurden wie die obigen mit den Wurzeln aus dem Boden genommen, gewaschen, getrocknet und eingeäschert.

Hordeum vulgare.

A.

In reinem Sande.

Die Gerste hatte bis zum 30. Junius, da sie unvollkommen blühte, eine Höhe von fast 1¼ Fuß erreicht, setzte aber keine Früchte an, und im Laufe des Monats Julius wurden die Spelzen und die Spitzen der Blätter gelb, weshalb ich am 1. August sämmtliche Halme aus dem Boden zog und sie wie die Wickenpflanzen behandelte.

B.

In künstlicher Ackererde.

Diese erreichte bis zum 25. Junius, da sie vollkommen blühte, die Höhe von 2¼ Fuß, setzte gut an und lieferte am 10. August reifen und vollkommnen Samen, worauf die Halme sammt den Wurzeln aus dem Boden gezogen und wie oben behandelt wurden.

Avena sativa.

A.

In reinem Sande.

Der Hafer hatte bis zum 30. Junius, da derselbe sehr unvollkommen blühte, die Höhe von fast 1½ Fuß erreicht, setzte aber keine Früchte an, und im Laufe des Monats Julius wurden die Spelzen und die Spitzen der Blätter wie bei der Gerste gelb, weshalb ich die Halme ebenfalls am 1. August aus dem Boden zog und sie wie oben behandelte.

B.

In künstlicher Ackererde.

Der Hafer erreichte bis zum 28. Junius, da er vollkommen blühte, die Höhe von 2½ Fuß, setzte gut an und lie-

ferte am 16. August reifen und vollständig körnigen Samen, worauf die Halme mit den Wurzeln aus dem Boden gezogen und wie oben behandelt wurden.

Polygonum Fagopyrum.

A.

In reinem Sande.

Der am 8. Mai aufgelaufene Buchweizen schien von allen in reinen Sand gesäeten Gewächsen am besten zu gedeihen, er erreichte zu Ende des Monats Junius eine Höhe von $1\frac{1}{2}$ Fuß und verästelte sich bedeutend. Am 28. Junius fing er an zu blühen, blühte bis zum September, doch ohne Früchte anzusetzen, und würde sicher noch länger fortgeblüht haben, wenn ich ihn nicht am 4. September, weil er gar zu viele Blätter verlor, aus dem Sande gezogen und wie oben behandelt hätte.

B.

In künstlicher Ackererde.

Der Buchweizen in diesem Boden wuchs sehr schnell, erreichte die Höhe von $2\frac{1}{2}$ Fuß, verästelte sich so stark, daß er mit einem Stocke gestützt werden mußte, fing schon am 15. Junius an zu blühen und setzte vollkommne Samen an, die größtentheils am 12. August schon gereift waren. Am 4. September wurde derselbe, zum Theil noch blühend und mit unreifen Früchten, weil er unten zu viel Blüthen verlor, sammt den Wurzeln aus dem Boden gezogen und wie oben behandelt.

Nicotiana Tabacum.

A.

In reinem Sande.

Der am 10. Mai gesäete Tabak lief erst am 2. Junius

auf, entwickelte sich aber ganz normal. Als die Pflänzchen das zweite Paar Blätter erhalten hatten, zog ich die überflüssigen heraus und ließ nur die fünf kräftigsten davon stehen, diese wuchsen sehr langsam bis zum Eintritte des Frostes im October fort, erhielten aber nicht mehr als 4 Blätter und erreichten nur die Höhe von 5 Zoll, ohne einen Stengel zu bilden. Sie wurden am 21. October mit den Wurzeln aus dem Sande gezogen und wie oben behandelt.

B.

In künstlicher Ackererde.

Dieser auch am 10. Mai gesäete Tabak lief schon am 22. Mai auf und wuchs kräftig. Als die Pflänzchen das zweite Paar Blätter bekommen hatten, zog ich die überflüssigen aus und ließ nur drei der kräftigsten stehen. Diese wuchsen freudig in die Höhe, bekamen über 3 Fuß hohe Stengel und viele Blätter, fingen am 25. Julius an zu blühen, setzten am 10. August schon Samen an und lieferten den 8. September einzelne reife Samenkapseln mit vollkommenen Samen. Am 21. October wurden auch diese Pflanzen aus dem Boden gezogen und wie oben behandelt.

Trifolium pratense.

A.

In reinem Sande.

Der am 5. Mai aufgelaufene Klee wuchs im Anfange ziemlich freudig, hatte aber bis zum 15. October nur eine Höhe von $3\frac{1}{2}$ Zoll erreicht, als seine Blätter plötzlich braun wurden, weshalb ich ihn aus dem Boden zog und wie oben behandelte.

B.

In künstlicher Ackererde.

Dieser hatte am 15. October die Höhe von 10 Zoll erreicht, war dunkelgrün und buschig, als ich ihn, mit dem vorigen zu vergleichen, aus dem Boden zog und ihn wie oben behandelte.

Aschen-Analysen der Samen.

100 Theile trockner Pflanze liefern	in Wasser löslich	in Salzsäure löslich	Kieselerde	zusammen Procent Asche
Vicia faba	1,562	0,563	0,442	= 2,567
Hordeum vulgare . .	0,746	0,563	1,123	— 2,432
Avena sativa	0,365	0,277	2,122	= 2,864
Polygonum fagopyrum	0,823	0,547	0,152	= 4,522
Trifolium pratense .	1,218	3,187	0,282	= 4,687

Aschenbestandtheile der in reinem Sande und in künstlichem Boden gewachsenen Pflanzen:

		liefern im Wasser	in Salzsäure	in beiden unlösliche (Kieselerde)	im Ganzen Aschenbestandtheile
Vicia sativa 15 Gr. luftrockner Pflanze	im Sand	0,516	0,375	0,135	= 1,026 Gr.
	in künstlicher Ackererde	0,693	0,821	0,320	= 1,834 »
Hordeum vulgare 12,5 Gr. Pflanze	Sand	0,123	0,195	0,355	= 0,673 »
	k. Ackererde	0,167	0,226	0,487	= 0,880 »
Avena sativa 13 Gr. Pflanze	Sand	0,216	0,024	0,354	= 0,594 »
	k. Ackererde	0,255	0,030	0,461	= 0,746 »
Polygonum fagopyrum	Sand (12 Gr.)	0,086	0,094	0,045	= 0,225 »
	k. Ackererde (12,7 Gr.)	0,148	0,226	0,133	= 0,507 »
Nicotiana Tabacum	Sand (4 Gr. Pflanze)	0,223	0,252	0,031	= 0,506 »
	k. Ackererde (21,5 Gr. Pflanze)	1,146	2,228	0,549	= 3,923 »
Trifolium pratense 14,5 Gr. Pflanze	Sand	0,522	0,350	0,091	= 0,963 »
	k. Ackererde	0,659	0,943	0,082	= 1,684 »

Die obigen Zahlen drücken aus die ungleichen Gewichte der mineralischen Nahrungsstoffe, welche in P. und W. Versuchen gleiche Gewichte der erwähnten Pflanzen von dem Sande und der künstlichen Ackererde aufgenommen hätten, es sind dies also die relativen Gewichte ihrer Aschenbestandtheile und nicht die absoluten Mengen, welche der Sand und die künstliche Ackererde an jede einzelne Pflanze abgegeben hatte. So z. B. lieferten bei der Einäscherung die fünf der im Sande gezogenen Tabakspflanzen 0,506 Grm. Asche, während drei der im künstlichen Boden gewachsenen Tabakspflanzen 3,923 Grm. Asche gaben, fünf würden mithin gegeben haben 6,525 Grm. Asche. Die mineralischen Bestandtheile, welche der Sand in 5 Tabakspflanzen abgegeben hatte, verhalten sich zu denen, welche 5 Tabakspflanzen von dem künstlichen Boden empfingen, wie 10 : 120. In gleichen Zeiten empfing also eine Tabakspflanze von dem künstlichen Boden nahe 13mal mehr Bodenbestandtheile als von dem Sande, und ihre Entwickelung stand in einer ganz bestimmten Beziehung zu diesem ungleichen Vorrathe von Nahrungsstoffen. Wiegmann und Polstorf zogen von den Zahlen in der letzten Reihe, welche die Menge Asche bezeichnen, die von einem gegebenen Gewichte der Pflanze gewonnen worden war, das Gewicht der Asche des Samens der Einsaat ab; allein da nur die ganze Ernte der im Sande gezogenen Pflanzen verbrannt wurde und nur ein entsprechendes Gewicht der im künstlichen Boden gewonnenen, so sind die von ihnen angegebenen Zahlen mit einem kleinen Fehler behaftet. Das Gewicht des Samens der Einsaat betrug bei allen Pflanzen drei Grammen, beim Tabak wurde der Samen nicht gewogen.

Tabellen

über

den Gehalt an Feuchtigkeit der in Bouſſingault's Verſuchen analyſirten Pflanzenſtoffe.

	Trockne Mat. (bei 110° C. getrocknet)	Waſſer.
Weizen	0,855	0,145
Roggen	0,834	0,166
Haſer	0,792	0,208
Weizenſtroh	0,740	0,260
Roggenſtroh	0,813	0,187
Haferſtroh	0,713	0,287
Kartoffeln	0,241	0,759
Runkelrüben	0,122	0,878
Steckrüben	0,075	0,925
Topinambour	0,208	0,792
Erbſen	0,914	0,086
Erbſenſtroh	0,882	0,118
Kleeheu	0,790	0,210
Topinambourſtengel	0,871	0,129

Zuſammenſetzung des Düngers:

bei 110° C. im leeren Raume getrocknet.

	Kohlenſtoff	Waſſerſtoff	Sauerſtoff	Stickſtoff	Salze u. Erde.
I.	32,4	3,8	25,8	1,7	36,3
II.	32,5	4,1	26,0	1,7	35,7
III.	38,7	4,5	28,7	1,7	26,4
IV.	36,4	4,0	19,1	2,4	38,1
V.	40,0	4,3	27,6	2,4	25,7
VI.	34,5	4,3	27,7	2,0	31,5
Mittel	35,8	4,2	25,8	2,0	32,2

Die Analyſe zeigt, daß dieſe Düngerquantität, die den Boden (1 Hectare = 4 Morgen Land) während einer fünfjährigen Fruchtfolge düngen ſoll, enthält:

	Kilogr.
Kohlenſtoff	3637,6
Waſſerſtoff	426,8
Sauerſtoff	2521,5
Stickſtoff	203,2
Salze und Erde . . .	3271,9
	10161,0.

Zuſammenſetzung der geernteten Producte, im leeren Raume bei 110° C. getrocknet.

	Mit der Aſche.					Nach Abzug der Aſche.			
	Kohlenſtoff.	Waſſerſtoff.	Sauerſtoff.	Stickſtoff.	Aſche.	Kohlenſtoff.	Waſſerſtoff.	Sauerſtoff.	Stickſtoff.
Weizen	46,1	5,8	43,4	2,3	2,4	47,2	6,0	44,4	2,4
Roggen	46,2	5,6	44,2	1,7	2,3	47,3	5,7	45,3	1,7
Hafer	50,7	6,4	36,7	2,2	4,0	52,9	6,6	38,2	2,3
Weizenſtroh . .	48,4	5,3	38,9	0,4	7,0	52,1	5,7	41,8	0,4
Roggenſtroh . .	49,9	5,6	40,6	0,3	3,6	51,8	5,8	42,1	0,3
Haferſtroh . . .	50,1	5,4	39,0	0,4	5,1	52,8	5,7	41,1	0,4
Kartoffeln . . .	44,0	5,8	44,7	1,5	4,0	45,9	6,1	46,4	1,6
Runkelrüben . .	42,8	5,8	43,4	1,7	6,3	45,7	6,2	46,3	1,8
Steckrüben . . .	42,9	5,5	42,3	1,7	7,6	46,3	6,0	45,9	1,8
Topinambour . .	43,3	5,8	43,3	1,6	6,0	46,0	6,2	46,1	1,7
Gelbe Erbſen . .	46,5	6,2	40,0	4,2	3,1	48,0	6,4	41,3	4,3
Erbſenſtroh . .	45,8	5,0	35,6	2,3	11,3	51,5	5,6	40,3	2,6
Roth. Kleeheu .	47,4	5,0	37,8	2,1	7,7	51,3	5,4	41,1	2,2
Topinambourſtengel	45,7	5,4	45,7	0,4	2,8	47,0	5,6	47,0	0,4.

I. Umlauf.

Jahrgang.	Subſtanzen.	Ernte auf d. Hectare. Kilogr.	Trockne Ernte. Kilogr.	Kohlenſtoff. Kilogr.	Waſſerſtoff. Kilogr.	Sauerſtoff. Kilogr.	Stickſtoff. Kilogr.	Salze u. Erden. Kilogr.
1.	Kartoffeln .	12800	3085	1357,4	178,9	1379,0	46,3	123,4
2.	Weizen .	1343	1148	529,3	66,6	498,2	26,4	27,5
	Weizenſtroh	3052	2258	1093,0	119,7	878,2	9,0	158,1
3.	Klee (Heu)	5400	4029	1909,7	201,5	1523,0	84,6	310,2
4.	Weizen . .	1659	1418	653,8	82,2	615,4	32,6	34,0
	Weizenſtroh	3770	2790	1350,4	147,8	1085,3	11,2	195,3
	Steckrüben	9550	716	307,2	39,3	302,9	12,2	54,4
5.	Hafer . .	1344	1064	539,5	68,0	390,5	23,3	42,6
	Haferſtroh .	1800	1283	642,8	69,3	500,4	5,1	65,4
	Summe	40418	17791	8983,1	973,3	7172,9	250,7	1010,9
Verwendeter Dünger		49086	10161	3637,6	426,8	2621,5	203,2	3271,9
	Differenz		+ 7630	+ 4745,5	+ 546,5	+ 5551,4	+ 47,5	2261,0

II. Umlauf.

Jahrgang.	Subſtanzen.	Ernte auf d. Hectare. Kilogr.	Trockne Ernte. Kilogr.	Kohlenſtoff. Kilogr.	Waſſerſtoff. Kilogr.	Sauerſtoff. Kilogr.	Stickſtoff. Kilogr.	Salze u. Erden. Kilogr.
1.	Runkelrüben	26000	3172	1357,7	184,0	1376,7	53,9	199,8
2.	Weizen . .	1185	1013	467,0	58,8	439,6	23,3	24,3
	Weizenſtroh	2693	1993	964,0	105,6	775,3	8,0	139,5
3.	Klee (Heu)	5100	4029	1909,7	201,5	1523,0	84,6	310,2
4.	Weizen . .	1659	1418	653,8	82,2	615,4	32,6	34,0
	Weizenſtroh	3770	2790	1350,4	147,8	1085,3	11,2	195,3
	Rüben . .	9550	716	307,2	39,3	302,9	12,2	54,4
5.	Hafer . .	1344	1064	539,5	68,0	390,5	23,3	42,6
	Haferſtroh .	1800	1283	642,8	69,3	500,4	5,1	65,4
	Summe	53101	17478	8192,7	956,5	7009,0	254,2	1065,5
Verwendeter Dünger		49080	10161	3637,6	426,8	2621,5	203,2	3271,9
	Differenz		+ 7317	+ 4555,1	+ 529,7	+ 4387,5	+ 51,0	— 2206,4

III. Umlauf.

Jahrg.	Subſtanzen.	Ernte auf d Hectare. Kilogr.	Trockne Ernte. Kilogr.	Kohlenſtoff. Kilogr.	Waſſerſtoff. Kilogr.	Sauerſtoff. Kilogr.	Stickſtoff. Kilogr.	Salze u. Erden. Kilogr.
1.	Kartoffeln .	12800	3085	1357,4	178,9	1379,0	46,3	123,4
2.	Weizen . .	1343	1148	529,3	66,6	498,2	26,4	27,5
	Weizenſtroh	3052	2258	1093,0	119,7	878,2	9,0	158,1
3.	Klee (Heu)	5100	4029	1909,7	201,5	1523,0	84,6	310,2
4.	Weizen . .	1659	1418	653,8	82,2	615,4	32,6	34,0
	Weizenſtroh	3770	2790	1350,4	147,8	1085,3	11,2	195,3
	Steckrüben	9550	716	307,2	39,3	302,9	12,2	54,4
5.	Erbſen . .	1092	998	464,1	61,9	399,2	41,9	30,9
	Erbſenſtroh	2790	2461	1127,3	123,0	876,1	56,6	278,1
6.	Roggen .	1679	1394	644,0	78,1	616,1	23,7	32,1
	Roggenſtroh	3731	3033	1513,5	169,8	1231,4	9,1	109,2
	Summe	46566	23330	10949,7	1268,8	9404,8	353,6	1353,2
Verwendet. Dünger		58900	12192	4364,2	512,2	3145,5	243,8	3925,8
	Differenz		+11138	+6585,5	+756,6	+6259,3	+109,8	−2572,6

IV. Umlauf.

Jahrg.	Subſtanzen.	Ernte auf d. Hectare. Kilogr.	Trockne Ernte. Kilogr.	Kohlenſtoff. Kilogr.	Waſſerſtoff. Kilogr.	Sauerſtoff. Kilogr.	Stickſtoff. Kilogr.	Salze u. Erden. Kilogr.
1.	Gedüngt Brachfeld	—	—	—	—	—	—	—
2. u. 3.	Weizen . .	3318	2836	1037,4	164,5	1230,8	65,2	68,1
	Weizenſtroh	7500	5550	2686,2	294,2	2159,0	22,2	388,5
	Summe	10818	8386	3993,6	458,7	3389,8	87,4	456,6
Verwendeter Dünger		20000	4140	1482,1	173,9	1068,1	82,8	1333,1
	Differenz		+4246	+2511,5	+284,8	+2321,7	+4,6	−876,5

Zusammensetzung der Aschen von zu Bechelbronn geernteten Pflanzen.

Namen der Pflanzen.	Kohlensäure.	Schwefelsäure.	Phosphorsäure.	Chlor.	Magnesia.	Kalk.	Kali.	Natron.	Kieselerde.	Eisenoxyd und Thonerde.	Kohle, Wasser, Verlust.
Kartoffeln	13,4	7,1	11,3	2,7	5,4	1,8	51,5	Spur	5,6	0,5	0,7
Rothe Rüben	16,1	1,6	6,0	5,2	4,4	7,0	39,0	6,0	8,0	2,5	4,2
Steckrüben	14,0	10,9	6,1	2,9	4,3	10,9	33,7	4,1	6,4	1,2	5,5
Erdartischocken	11,0	2,2	10,8	1,6	1,8	2,3	44,5	Spur	13,0	5,2	7,6
Weizen	0,0	1,0	47,0	Spur	15,9	2,9	29,5	Spur	1,3	0,0	2,4
Weizenstroh	0,0	1,0	3,1	0,6	5,0	8,5	9,2	0,3	67,6	1,0	3,7
Hafer	1,7	1,0	14,9	0,5	7,7	3,7	12,9	0,0	53,3	1,3	3,0
Haferstroh	3,2	4,1	3,0	4,7	2,8	8,3	24,5	4,4	40,0	2,1	2,9
Klee	25,0	2,5	6,3	2,6	6,3	24,6	26,6	0,5	5,3	0,3	0,0
Erbsen	0,5	4,7	30,1	1,1	11,9	10,1	35,3	2,5	1,5	Spur	2,3
Wälsche Bohnen	3,3	1,3	26,8	0,1	11,5	5,8	49,1	0,0	1,0	Spur	1,1
Gewöhnliche Bohnen	1,0	1,6	34,2	0,7	8,6	5,1	45,2	0,0	0,5	Spur	3,1

(Bouffingault, Économie rurale, p. 327.)

Tabelle über die einem Felde gegebenen und genommenen Aschenbestandtheile.

Mittlere Ernte auf einem Hectare = 10000 Quadratmeter.	Aschenbestandtheile in der Ernte.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.	Chlor.	Kalk.	Magnesia.	Kali u. Natron.	Kieselerde.
	in Kilogrammen.							
1ste Anpflanzung:								
Kartoffeln	123,4	13,9	8,8	3,3	2,2	6,7	63,5	6,9
im 2ten und 4ten Jahre:								
Weizen	55,0	25,8	0,6	0,0	1,6	8,8	16,2	0,8
Weizenstroh	390,6	12,0	4,0	2,4	33,2	19,6	37,2	264,0
im 3ten Jahre:								
Klee	310,2	19,5	7,7	8,1	76,3	19,5	84,1	16,4
im 5ten Jahre:								
Hafer	42,6	6,4	0,4	0,2	1,6	3,3	5,5	22,7
Haferstroh	65,4	1,9	2,7	3,0	5,4	1,8	18,9	26,2
Rüben (halbe Ernte)	54,4	3,3	5,9	1,6	5,9	2,3	20,6	3,5
	1040,9	82,8	30,1	18,6	126,2	62,0	246,0	340,5
Aschenbestandtheile des Düngers *)	8272,0	98,0	332,0	35,0	581,0	148,0	370,0	5508,0
Ueberschuß über die Menge der Aschenbestandtheile der Ernte .	7261,1	15,2	301,9	16,4	454,8	86,0	124,0	5167,5

(Bousſingault, Économie rurale, p. 334 u. 336.)

*) bestehend aus Mist und Torfasche, deren Aschenbestandtheile in einem Verhältniß standen, wie es beifolgende Tabelle zeigt.

Ueberſicht

über die auf eine Hectare für 5 Jahre gebrachten Aſchenbeſtandtheile in Kilogrammen.

	Ganzes Gewicht der Aſchenbeſtandtheile.	Phosphorſäure.	Schwefelſäure.	Chlor.	Kalk.	Magneſia.	Kali u. Natron.	Kieſelerde und Sand.	Eiſenoxyd ꝛc.
Aſchenbeſtandtheile des Miſtes . . .	3272	98	62	20	281	118	255	2233	200
Beſtandtheile der Torfaſche	5000	0	270	15	300	30	115	3275	185
Summe	8272	98	332	35	581	148	370	5508	385

V. Topinambour-Cultur.

Subſtanzen. Jahr.	Ernte auf d. Hectare. Kilogr.	Trockne Ernte. Kilogr.	Kohlenſtoff. Kilogr.	Waſſerſtoff. Kilogr	Sauerſtoff. Kilogr.	Stickſtoff. Kilogr.	Salze u. Erden. Kilogr.
1. 2. Topinambour	52880	11000	4763,0	638,0	4763,0	176,0	660,0
Holzige Stengel	28200	24542	11224,7	1326,3	11224,7	98,2	687,2
Summe	81080	35562	15987,7	1964,3	15987,7	274,2	1257,2
Verwendet. Dünger	45450	9408	3368,1	395,1	2427,3	188,2	3029,3
Differenz	+26154	+12619,6	+1569,2	+13560,4	+86,0	—1682,1	

Uebersicht

über die dem Boden gegebenen und genommenen Aschenbestandtheile bei der Cultur der Topinambour.

	Ganzes Gewicht der Aschenbestandtheile.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.	Chlor.	Kalk.	Magnesia.	Kali u. Natron.	Kieselerde.
Aschenbestandtheile der Knollen (im 1sten und 2ten Jahre geerntet) *)	660,0	71,2	14,6	10,6	15,2	11,8	293,6	85,8
Asche des Mistes	3029,0	91,0	57,6	18,2	260,5	109,0	236,3	2011,0
Torfasche	5000,0	0	270,0	15,0	300,0	30,0	115,0	3275,0
Summe der Aschenbestandtheile des Düngers	8029,0	91,0	327,0	33,2	560,5	139,0	351,3	5286,0
Ueberschuß	7369,0	19,8	313,0	22,6	545,3	127,2	57,7	5200,2

(Bouſſingault, Économie rurale, p. 336.)

*) Die holzigen und übrigen Theile der Pflanze wurden an Ort und Stelle verbrannt und so dem Boden gelassen.

Heu, von Wieſen bei Dürrenbach in zwei Ernten (1841 bis 1842) gewonnen, welche durch die Sauer bewäſſert werden, ergab 6,0 — 6,2 % Aſche von folgender Zuſammenſetzung:

	I.	II.	III.	Mittel.
Kohlenſäure	9,0	5,5	—	7,3
Phosphorſäure . . .	5,3	5,3	5,5	5,4
Schwefelſäure . . .	2,4	2,9	—	2,7
Chlor	2,3	2,8	—	2,6
Kalk	20,4	15,4	—	17,9
Magneſia	6,0	8,3	—	7,2
Kali	16,1	27,3	—	21,7
Natron	1,2	2,3	—	1,8
Kieſelerde	33,7	29,2	—	31,5
Eiſenoxyd ꝛc.	1,5	0,6	0,5	0,9
Verluſt	2,1	0,4	—	1,0
	100	100	100	100

Wenn die jährliche Heuernte im Durchſchnitt zu 4000 Kilogrammen per Hectare angeſchlagen wird, ſo werden hiemit 244 Kilogr. Aſchenbeſtandtheile für dieſelbe Oberfläche entnommen, und zwar

Kohlenſäure	17,8	Kilogr.
Phosphorſäure	13,2	»
Schwefelſäure	6,6	»
Chlor	6,3	»
Kalk	43,7	»
Magneſia	17,6	»
Kali und Natron	57,3	»
Kieſelerde	76,9	»
Eiſenoxyd	4,6	»
	244,0	Kilogr.

(Bouſſingault, Économie rurale, p. 339 u. 340.)

Zusammensetzung eines Stalldüngers.

Analyse von Richardson.

Der frische Dünger enthielt:

Wasser	64,96
Organische Stoffe. .	24,71
Asche	10,33
	100,00

Der bei 100° getrocknete Dünger enthielt:

Kohlenstoff	37,40
Wasserstoff	5,27
Sauerstoff	25,52
Stickstoff.	1,76
Asche	30,05
	100,00

Die Asche enthielt:

I. In Wasser lösliche Theile:

Kali	3,22
Natron	2,73
Kalk	0,34
Magnesia	0,26
Schwefelsäure . . .	3,27
Chlor	3,15
Kieselerde	0,04

II. In Salzsäure lösliche Theile:

Kieselerde	27,01
Phosphors. Kalk . .	7,11
» Magnesia	2,26
» Eisenoxyd	4,68
Kohlens. Kalk. . . .	9,34
» Magnesia .	1,63

III. Sand (30,99), Kohle (0,83) u. Verlust (3,14) 34,96

100,00

Analysen einiger Pflanzenaschen von Hertwig (Annalen der Pharmacie XLVI.).

100 Theile enthalten:	Buchenholzasche	Buchenrinde	Tannenholz	Tannenrinde	Tannennadeln	Fichtennadeln	Havannatabak	Hannov. Tabak	Feldbohnenstroh	Erbsenstroh I	Erbsenstroh II.	Kartoffelkraut	Klee, Luzerne*)
Kohlensaures Kali . .	11,72		11,30				6,18		13,32	4,16	4,34		23,47
Kohlensaures Natron .	12,37	3,02	7,42	2,95		10,72	19,4	1,61	16,06	8,27		4,69	8,16
Schwefelsaures Kali .	3,49					1,95		11,11	32,4	10,75	11,99		2,23
Kochsalz							8,64	9,24	0,28	4,63	3,72	2,28	2,27
Schwefelsaures Natron							7,39	1,09					
Kieselsaures Kali . .						3,90							
Kohlensaurer Kalk . .	49,54	64,76	50,94	64,98		63,32	51,38	40,00	39,50	47,81	49,73	43,68	41,61
Bittererde	7,74	16,90	5,60	0,93		18,6	7,09	4,27	1,92	4,05	1,38	3,76	6,41
Phosphorsaurer Kalk .	3,32	2,71	3,43	5,03		6,35	9,04	17,95	6,43	5,15	1,15	5,73	11,80
Phosphorsaure Bittererde	2,92	0,66	2,90	4,18					6,66	4,37	7,82		0,91
Phosphorsaures Eisenoxyd	0,76	0,46	1,04	1,04		0,88			3,49	0,90	3,64	1,30	0,81
Phosphorsaure Thonerde	1,51	0,84	1,75	2,42		0,71				1,20		2,75	
Phosphors. Manganoxydul	1,59												
Kieselerde	2,46	9,04	13,37	17,28		10,31	8,26	15,25	7,97	7,81	15,54	29,81	2,26

*) Analyse von Thon.

Analyse der Roggenstrohasche
von Dr. Fresenius.

A. In Wasser und Salzsäure lösliche Bestandtheile:		
Kali, welches an Kieselsäure gebunden war	6,88	
Schwefelsaures Kali	1,75	
Chlorkalium	0,25	
Chlornatrium	0,56	
Kalk, welcher an Kieselsäure gebunden war	4,19	
Magnesia	0,76	
Phosphorsaurer Kalk	2,50	
» Magnesia	1,28	
» Eisenoxyd	1,57	
» Manganoxydul in geringer Menge.		
		19,74
B. In Wasser und Salzsäure unlöslicher Rückstand:		
Kali, an Kieselsäure gebunden	9,21	
Kalk, » » »	3,43	
Magnesia, » » »	1,16	
Phosphorsaures Eisenoxyd	1,63	
» Manganoxydul, Spuren.		
Kieselsäure	63,89	
Kohle	0,94	
		80,26
		100,00

Im Ganzen.

Kali, an Kieselsäure gebunden	14,09
Schwefelsaures Kali	1,75
Chlorkalium	0,25
Chlornatrium	0,56
Kalk, an Kieselsäure gebunden	7,62
Magnesia, an Kieselsäure gebunden	1,92
Phosphorsaurer Kalk	2,50
» Magnesia	1,28
» Eisenoxyd	3,20
» Manganoxydul, in geringer Menge.	
Kieselsäure	63,89
Kohle	0,94
	100,00.

Aschen-Analysen von Berthier.

	Weißbuchenholz.	Weißbuchenholzkohle.	Rothbuchenholzkohle.	Eichenholz.	Eichenrinde.	Lindenholz.	Mehalebkirschenholz.	Traubenholz (Junderholz).	Holz v. Cercis Siliquastrum.	Erlenholz.	Tannenholz.		Fichtenkohle.	Weizenstroh.	Rheinfarrenkraut.	Kartoffelkraut.	Tabakswurzel.
Procente der Asche		2,65	3,00	2,50	6,00	5,00	1,60	1,64	1,70			0,83	1,24	4,40		15,00	
100 Asche halten in Wasser lösliche Theile	18,9	17,2	1,60	12,0	5,0	10,8	1,60	31,5	19,0	18,8	25,7	50,0	13,6	9,0	29,0	4,2	12,3
— — nicht lösliche	81,1	78,9	82,0	88,0	95,0	89,2	84,0	68,5	81,0	81,2	74,3	50,0	86,4	81,0	71,0	95,8	87.7
100 lösliche Theile halten:																	
Kohlensäure		24,60	22,4	24,0	23,2	27,42	20,0	24,0	24,9	6,6	30,2	13,5	20,75	Spur	15,0	6,2	10,0
Schwefelsäure		7,25	7,3	8,1	6,0	7,53	6,0	6,4	3,1	0,3	3,1	6,9	12,00	2,0	5,6	23,0	10,3
Salzsäure		4,61	5,2	0,1	0,7	1,80	10,0	0,4	0,5		0,3	0	6,63	13,0	11,0	12,0	18,26
Kieselerde		1,00	1,0	0,2	0,8	1,61	1,0	0,2	1,0		1,0	2,0	1,33	35,0			
Kali		50,65										28,2	31,66				
Natron		12,10	64,1	67,6	69,3	60,64	63,0	67,0	70,5		65,4	41,5	15,33	50,0	68,4	58,8	61,44
Wasser												7,9					
100 nicht lösliche Theile halten:																	
Kohlensäure	33,2	29,20	32,9	39,6	38,5	39,8	34,0	31,4	34,0	31,0	23,0	21,5	36,0		25,3		
Phosphorsäure	10,0	8,80	5,7	0,8		2,8	6,3	8,3	7,5	7,7	4,2	1,8	1,0	1,2	8,0		
Kieselerde	5,0	3,90	5,8	3,8	1,1	2,0	1,8	3,2	2,4	5,0	8,0	13,0	4,6	75,0	21,8	38,0	
Kalk	38,6	42,70	42,6	54,8	50,1	51,8	48,8	49,2	46,0	50,2	39,8	27,2	42,3	5,8	42,8		
Bittererde	7,8	6,95	7,0	0,6	0,8	2,2	7,0	2,5	7,2	2,5	4,4	8,7	10,5		0,7		
Eisenoxyd	1,4	0,10	1,5			0,1	0,5	1,1	1,3	3,6	14,1	22,3	0,1	2,5	0,7		
Manganoxyd	3,4	6,95	4,5		7,4	0,6	0,8	1,8	0,7		6,0	5,5	0,4		0,7		
Kohle		1,40			2,1								4,8	7,5			
Kali														8,0			

	Wallnußbaumholz.	Holz des weißen Maulbeerbaums.		Pomeranzenbaumholz.	Holz von Quercus alba.	Holz der Steineiche.	Birkenholz.	Bohnenbaumholz.	Kastanienbaumholz.
Procente der Asche . . .	1,57	1,60					1,00	1,25	
100 Asche halten in Wasser lösliches	15,4	15,0	25,0	9,6	7,5		16,0	31,5	14,6
— — nicht lösliches . .	84,6	85,0	75,0	90,4	92,5		84,0	68,5	85,4
100 lösliche Theile halten:									
Kohlensäure	20,2		23,0	37,0			17,0		18,75
Schwefelsäure	5,1		8,3				2,3	8,2	8,75
Salzsäure	0,5		4,0	4,0			0,2	2,0	0,50
Kieselerde	0,5						1,0	1,7	2,75
Kali	73,2		5,20				79,5		69,25
Natron und Wasser . .			11,5	5,9					
100 nicht lösliche Theile halten:									
Kohlensäure	37,0	27,1	42,0	33,5	41,4	35,81	31,0	19,0	30,60
Phosphorsäure . . .	4,8	11,6	1,8	1,9	3,0	2,81	4,3	18,4	1,81
Kieselerde	4,2	7,7	2,9	6,0	3,3	5,05	5,5	8,0	8,45
Kalk	42,4	46,7	46,1	45,0	50,3	48,34	52,2	45,6	51,10
Bittererde	4,4	5,2	4,6	7,0	1,0	2,40	3,0	9,0	3,80
Eisenoxyd	4,0	0,3	0,5		1,0	4,78	0,5		3,50
Manganoxyd		0,5	1,3	1,0			3,5		
Kohle				5,6					

	Farrenkraut.	Weizenstroh.	Schafheu.	Haidekraut.	Rheinfarren.
Schwefelsaures Kali . .	0,70	0,4	12,0	5,0	3,3
Chlorkalium	Spur	3,2	11,4	1,2	9,0
Kohlensaures Kali		Spur		6,8	16,7
Kali, an Kieselerde geb.		13,0			
Kieselerde	73,0	71,5	50,8	37,5	16,5
Kohlensaurer Kalk	24,8	9,6	6,2	28,0	43,4
Schwefelsaurer Kalk . . .			14,4		
Phosphorsaurer Kalk . .	1,0	2,3	2,2	13,0	10,0
Bittererde	0,5		3,0	1,0	0,2
Eisenoxyd				1,4	0,7
Manganoxyd				6,1	0,2
	100,0	100,0	100,00		100,0

Zu de Saussure's Untersuchungen über den Ursprung der mineralischen Bestandtheile der Pflanzen.

	a. der Granit vom Mont Breven enthält:	b. das Gestein des La Salle Gebirges enthält:	c. der Kalkstein des Reculey de Thoiry enthält:
Kalk	1,74	24,36	(kohlens.) 98,
Alaunerde . .	13,25	4,	0,625
Kieselerde . .	73,25	30,	
Eisenoxyd } Manganoxyd }	9,	13,	0,625
Kohlensäure		27,	
Bergöl			0,25
(Verlust) . .	2,76	1,64	0,5

Die Pflanzen von dieſen drei Gebirgen verhalten ſich nach de Sauſſure folgendermaßen:

100 friſche Zweige mit Blättern verlieren durch Trocknen an der Luft

	an Waſſer		geben an Kohle		geben an Aſche	
	a	b	a	b	a	b
Fichte . . .	51,17	48,24	10,62	11,11	1,187	1,128
Lerchenbaum .	58,07	57,13	10,16	10,39	0,961	0,926
Oleander . .	59,73	52,78	9,05	9,62	0,654	0,339
Heidelbeeren .	50,11	47,50	11,69	12,32	1,096	1,048
Wachholder .	55,19	49,45	10,63	11,46	1,081	1,082.

100 Aſche enthalten:

	Heidelbeerſtrauch		Fichte		
	a	c	a	b	c
Kohlenſaures Kali	16,38	23,50	3,60	7,36	15
Schwefel- u. ſalzſaures Kali . .			4,24	12,63	
Kohlenſauren Kalk	40,35	53,70	46,34	51,19	63
Kohlenſaure Bittererde	5,85		6,77		
Alaunerde	17,54	14,25	14,86	11,95	16
Kieſelerde	13,45	1,75	13,49	6,87	
Eiſen- und Manganoxyd . . .	6,43	6,80	10,52	10,00	3
	100,00	100,00	99,82	100,00	97

	Oleander			Wachholder	
	a	b	c	a	c
Kohlen-, ſchwefel- und ſalzſaures Kali . . .	10,82	12,25	17,76	15,25	14,0
Kohlenſauren Kalk . . .	30,02	57,60	71,54	64,25	66,6
Kohlenſaure Bittererde .	5,00				
Alaunerde	28,80	13,31	5,93		
Kieſelerde	14,86	5,44		0,25	
Eiſen- und Manganoxyd .	8,40	11,00	4,86		
	97,90	99,60	100,09		

100 eingeäscherter Humus, auf welchem diese Pflanzen wuchsen:

	Fichtenerde		Oleandererde.	Wachholdererde.
	a	c	c	c
Kalisalze		4,57	1,85	
Kohlensauren Kalk . . .	1,16	23,20	16,35	
Kohlensaüre Bittererde .	0,37			
Alaunerde	14,00	37,10	43,70	
Kieselerde	60,50	13,71	14,27	13,0
Eisen- und Manganoxyd .	16,00	16,10	23,83	
	92,03	94,68	100,00	

Analysen einiger Pflanzenaschen
von de Saussure.

(Chemische Untersuchungen über die Vegetation. Leipzig, Reclam 1805. S. 300 ff.)

Das von de Saussure in seinen Analysen eingeschlagene Verfahren besteht in Folgendem:

A. Die Asche wurde mit Wasser behandelt und der darin lösliche Theil in der zweiten der folgenden Columne in Rechnung gebracht.

B. Der in der vorhergehenden Operation bleibende Rückstand wurde in Salpetersäure gelöst und zur Trockne abgedampft, das im Wasser unauflöslich Zurückbleibende gab die Kieselerde.

C. Durch Fällung der in B. erhaltenen Auflösung mit Blutlaugensalz wurden, nach Abzug von dem durch letzteres hinzugekommenen Eisen, Eisen und Manganoxydul erhalten.

D. Durch weitere Fällung der Flüssigkeit mit Ammoniak erhält man die phosphorsauren Erden (Kalk und Bittererde).

E. Durch Behandlung dieses Niederschlags mit kaustischem-Kali, Neutralisiren mit einer Säure und Fällung mit Ammoniak gab sich die den phosphorsauren Erden beigemischte Thonerde (phosphorsaure) zu erkennen.

F. Durch weitere Fällung der Flüssigkeit D. mit kohlensaurem Natron erhielt man beim anhaltenden Kochen die kohlensauren Erdsalze.

G. Der Unterschied der in diesen verschiedenen Operationen erhaltenen Bestandtheile mit dem Gesammtgewichte der analysirten Asche drückt den einige Procente betragenden Verlust und die Menge der löslichen Salze mit alkalischen Basen aus, welche durch die erste Behandlung mit Wasser nicht aufgelöst worden waren.

Nach dem zweiten Verfahren, welches de Saussure als das genauere bezeichnet, wurden vorzüglich diejenigen Aschen analysirt, welche phosphorsaure Alkalien enthielten.

Die Asche wurde in Salpetersäure gelöst, der Kalk und die Bittererde als phosphorsaure Salze geschieden, sodann die Flüssigkeit zur Trockne abgedampft und unter Zusatz von Kohle geglüht.

a. Die rückständigen Salze wurden nun mit Essigsäure übersättigt, eingetrocknet und mit Alkohol behandelt, der phosphorsaures, schwefelsaures Kali und Chlorkalium zurückläßt.

b. Der Rückstand wurde in Wasser aufgenommen und mit essigsaurem Kalk vermischt; der erhaltene, getrocknete und geglühte Niederschlag wurde mit Essigsäure behandelt (c.), und was nicht aufgelöst wurde, als reiner phosphorsaurer Kalk angesehen, von welchem angenommen wurde, daß 100 Theile (phosphorsaurer Kalk) 129 phosphorsaurem Kali entsprechen [für $8CaO\,3P_2O_5$ giebt dies $3(P_2O_5, 3KO)$].

c. Die Auflöſung a und c, ſowie die nach der Fällung mit eſſigſaurem Kalk zurückbleibende Flüſſigkeit wurden abgedampft und geglüht, der Rückſtand wurde gewogen und das Chlor und die Schwefelſäure daraus beſtimmt; beide wurden als Chlorkalium und ſchwefelſaures Kali in Rechnung gebracht, nach Abzug dieſer beiden Salze und des aus dem phosphorſauren Kalke berechneten Kalis von dem Gewichte des ganzen Rückſtandes erhielt man das neben dem phosphorſauren Kali frei vorhandene Kali.

Dieſe beiden Methoden können heutzutage auf Genauigkeit keinen Anſpruch mehr machen. Da aber alle Analyſen nach einerlei Methode angeſtellt ſind, ſo bleiben die Reſultate immer von Werth, inſofern ſie bis zu einem gewiſſen Grade vergleichbar mit einander ſind.

Analysen von Pflanzenaschen von de Saussure.

100 Theile Asche enthalten	Reifefrüchte der Roßkastanien.	Samen der Vicia Faba.	Weizenstroh.	Weizenkörner.	Weizenkleie.	Maisstengel.	Maissamen.	Gerstenstroh.	Gerstenkörner.	Vicia Faba in der Blüthe.	Vicia Faba Stroh ohne Samen.
Kali	51,	22,45	12,5	15,	14,	59,	14,	16,	18,	57,25 kohlensaur.	31,
Phosphorsaures Kali	28,	43,93	5,	32,	30,	9,7	47,5		9,2		
Chlorkalium	3,	0,9	3,	0,16	0,16	2,5	0,25	0,5	0,25	12,	14,
Schwefelsaures Kali		2,	2,			1,25	0,25	3,5	1,5		2,
Phosphorsaure Erden	12,	27,92	6,2	44,5	46,5	5,	36,	7,75	32,5	18,	6,
Kohlensaure Erden			1,			1,		12,5		5,	37,5
Kieselerde	0,5		61,5	0,5	0,5	18,	1,	57,	35,5	2,	2,75
Metalloxyde	0,25	0,5	1,	0,25	0,25	0,5	0,12	0,5	0,25	0,5	0,57
Verlust	5,25	2,3	7,8	7,59	8,59	3,05	0,88	2,25	2,8	8 25	6,

Namen der Gewächse.	Asche von 1000 Theilen der trocknen Pflanze.	100 Theile Asche enthalten					100 Theile Asche geben an Wasser lösliche Salze ab.
		Alkalien und Salze mit alkalischer Basis.	Phosphorsaurer Kalk und Bittererde.	Metalloxyde (Eisen, Mangan.)	Kohlensaure Erden.	Kieselerde.	
Eichbaum, Blätter vom 16. Mai	53,	72,24	24,	0,64	0,12	3,	47,
» » » 27. Sept.	55,	42,5	18,25	1,75	23,	14,5	17,
» geschälte Aeste . . .	4,	58,58	28,5	1,	12,25	0,12	26,
» Rinde derselben . .	60,	29,75	4,5	1,75	63,25	0,25	7,
» Holz derselben . . .	2,	59,25	4,5	2,25	32,	2,	38,6
» Splint dieses Holzes .	4,	55,3	24,	2,	11,	7,5	32,
» Rinde dieses Holzes .	60,	28,5	3,	2,	66,	1,5	7,
» Bast dieser Rinde . .	73,	29,75	3,75	1,	65,	0,5	7,
» Extract des Holzes .	61,	51,					
Eichenholz, Dammerde	41,	32,5	10,5	14,	10,	32,	
Wässeriger Extract dieser Dammerde	111,	66,					
Blätter des Pappelbaums, Populus nigra vom 26. Mai	66,	51,5	13,	125,	29,	5,	36,

Namen der Gewächse.	Asche von 1000 Theilen der trocknen Pflanze.	100 Theile Asche enthalten					100 Theile Asche geben an Wasser lösliche Salze ab.
		Alkalien und Salze mit alkalischer Basis.	Phosphorsaurer Kalk und Bittererde.	Metalloxyde (Eisen, Mangan).	Kohlensaure Erden.	Kieselerde.	
Blätter des Pappelbaums, Populus nigra, vom 12. Sept.	93,	44,	7,	1,5	36,	11,5	26,
Stamm des Pappelbaums . . .	8,	50,5	16,75	1,5	27,	3,3	26,
Rinde desselben Holzes	72,	29,2	5,3	1,5	60,	4,	6,
Blätter des Haselnußstrauchs, Coryllus Avellana vom 1. Mai .	61,	50,7	23,3	1,5	22,	2,5	26,
Haselnußblätter vom 22. Juni .	62,	30,	19,5	2,	44,1	4,	22,7
» 20. Sept. .	70,	44,	14,	1,5	29,	11,3	11,
Geschälte Zweige » » » . .	5,	28,	12,	2,	36,	22,	24,5
Rinde derselben	62,	56,7	35,	0,12	8,	0,25	12,5

Namen der Gewächse.	Asche von 1000 Theilen der trocknen Pflanze.	100 Theile Asche enthalten					100 Theile Asche geben an Wasser ab Theile
		Alkalien und Salze mit alkalischer Basis.	Phosphorsaurer Kalk und Bittererde.	Phosphorsaure Metalloxyde.	Kohlensaure Erden.	Kieselerde.	
Holz der Morus nigra	7,	41,38	2,25	0,25	56,	0,12	21,
Splint desselben Baumes . . .	13,	47,5	27,25	0,25	24,	1,	26,
Rinde desselben Baumes . . .	89,	30,13	8,5	1,12	45,	15,25	7,
Bast der nämlichen Rinde . . .	88,	34,38	16,5	1,	48,	0,12	10,
Holz der Weißbuche, Carpinus betulus	6,	48,63	23,	2,25	26,	0,12	22,
Splint dito	7,	47,	36,	1,	15,	1,	18,
Rinde dito	134,	34,88	4,5	0,12	59,	1,5	4,5
Roßkastanien.	35,	9,5					
Blätter dito 10. Mai	72,	50,	nur die im Wasser löslichen Salze bestimmt.				
23. dito vom 23. Juli	84,	24,					
dito vom 27. September . . .	86,	13,5					

Namen der Gewächse.	Asche von 1000 Theilen der trocknen Pflanze.	100 Theile Asche enthalten					100 Theile Asche geben an Wasser ab Theile
		Alkalien und Salze mit alkalischer Basis.	Phosphorsaurer Kalk und Bittererde.	Phosphorsaure Metalloxyde.	Kohlensaure Erden.	Kieselerde.	
Kastanienblüthen	71,	50,					
Sonnenblumen vor der Blüthe, vom 25. Juni	147,	79,67	6,7	0,12	11,56	1,5	63,
dito vom 23. Juli	137,	79,78	6,	0,12	12,	1,5	61,
dito mit Samen	69,25	22,5	0,5	4,	3,75		51,5
Fichtenblätter vom Jura, vom 20. Juni	29,	40,13	12,27	1,6	43,5	2,5	16,
dito von Kieselboden	29,	34,5	12,	5,5	9	19,	15,
Heidelbeere (Kalkboden), vom 20. August	26,	36,38	18,	3,12	42,	0,5	17,
Heidelbeere (Kieselboden) . . .	22,	41,5	22,	9,5	22,	5,	24

Neuere Analysen

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschenprocente.	Kali.	Natron.	Magnesia.	Kalk.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.
* Weizen, Körner .	—	25,90	0,44	6,27	1,92	60,39	—
* Weizen, Körner .	—	6,43	27,79	12,98	3,91	46,14	0,27
* Weizen, Körner .	—	24,17	10,34	13,57	3,01	45,53	—
Weizen, Körner . .	—	30,12	—	16,26	3,00	48,30	1,01
* Weißer Weizen, Körner	—	33,84	—	13,54	3,09	49,21	—
* Rother Weizen, Körner	—	21,87	15,75	9,60	1,93	49,32	0,17
Gerste, Körner . . .	—	3,91	16,79	10,05	3,36	40,63	0,26
	—	20,91	—	6,91	1,67	38,48	—
* Roggen, Körner .	—	32,76	4,45	10,13	2,92	47,29	1,46
	—	11,43	18,89	10,57	7,05	51,81	0,51
* Roggen, Stroh .	—	17,19	—	2,41	9,06	3,82	0,83
Hafer, Körner . . .	—	12,3	—	7,7	3,7	14,9	1,0
* Hafer, Stroh . . .	—	12,18	13,01	4,58	7,29	1,94	2,15
Mais, Körner . . .	—	30,8		17,0	1,3	50,1	—
Mais, Stroh	6,5	14,46	39,92	1,84	5,35	11,76	0,59
	2,3	4,00	10,57	9,58	9,68	18,76	0,68
* Hirse, Körner . . .	—	9,58	1,31	7,66	0,86	18,19	0,35
* Buchweizen, Körner	—	8,74	20,10	10,38	6,66	50,07	2,16
* Madia sativa . . .	—	9,53	11,24	15,42	7,74	54,99	—
* Hanfsamen	5,60	21,67	0,66	1,00	26,71	34,96	0,10
* Leinsamen	4,63	25,85	0,71	0,22	25,98	40,11	0,99

*) Die mit einem Sternchen bezeichneten Analysen sind in dem chemischen Laboratorium zu Gießen ausgeführt.

von Pflanzenaschen.

Kieselerde.	Eisenoxyd.	Chlornatrium.	Chlorkalium.		Standort der Pflanze.	Analytiker.
3,37	1,33	—	—	—	Leipzig	Schmidt.
0,42	0,50	—	—	—	Holland	Bichon.
1,91	0,52	—	—	—	Solz Kurhessen	Thon.
1,31	—	—	—	—	Elsaß	Bouffingault.
—	0,31	—	—	—	Gießen	Will und Fresenius.
—	1,36	—	—	—		
21,99	1,93	—	—	—	Cleve	Bichon.
29,10	2,10	—	—	—	Leipzig	Schmidt.
0,17	0,82	—	—	—	Gießen	Will und Fresenius.
0,69	1,90	—	—	—	Cleve	Bichon.
64,50	1,36	0,57	0,26	—	Gießen	Will und Fresenius.
53,3	1,3	—	1,0	—	Elsaß	Bouffingault.
54,25	1,41	2,48	—	—	Gießen	Levi.
0,8	—	—	—	—	Elsaß	Letellier.
18,89	0,90	6,29	—	—	Steiermark.	Hruschauer.
29,36	0,61	0,46	—	—		
59,63	0,63	1,43	—	—	Gießen	Poleck.
0,69	1,05	—	—	—	Cleve	Bichon.
—	1,08	—	—	—	Gießen	Souchay.
14,04	0,77	0,09	—	—	Gießen	Leuchtweiß.
0,92	3,67	1,55	—	—		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschenprocente.	Kali.	Natron.	Magnesia.	Kalk.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.
* Senf, weißer . . .	4,15	9,80	9,18	11,00	20,81	36,60	5,29
* Senf, schwarzer .	4,31	12,01	4,63	13,64	16,47	35,46	6,79
*	—	39,51	3,98	6,43	5,91	34,50	4,91
*	—	34,19	12,52	8,60	2,46	34,57	3,56
* Erbsen	—	35,20	10,32	6,91	2,70	34,01	4,28
*	—	36,31	1,30	12,24	10,39	31,00	4,84
* Vicia Faba	—	20,82	17,40	8,87	7,26	37,94	1,34
* (Saubohne)	—	46,20	—	8,98	5,33	35,67	1,66
*	—	32,71	12,75	6,13	4,72	39,11	—
* Phaseolus vulg. .	—	21,71	21,07	7,35	5,38	35,33	2,28
* (Gemeine Bohne)	—	51,23	—	12,03	6,07	28,53	1,36
*	3,29	38,89	11,41	9,03	5,90	31,34	2,47
* Linsen	2,06	27,84	6,65	1,98	5,07	29,07	—
* Wicken	2,40	30,57	9,56	8,49	4,79	38,05	4,10
* Heu	8,66	30,09	—	4,08	9,12	12,03	3,79
*	11,40	9,71	15,60	Spur	7,30	15,79	3,02
* Blätter der weißen Rübe	9,39	29,52	2,10	7,44	25,51	1,59	4,00
* Esparsette	—	6,75	20,33	8,57	31,01	26,10	1,68
* Klee, rother . . .	11,17	16,10	40,71	8,28	21,91	4,12	1,06
	2,52	34,13	7,59	6,55	30,28	16,35	2,66
	2,25	24,93	7,00	8,79	35,94	19,55	2,35
Reben	2,85	37,48	1,33	1,05	43,88	9,20	3,61
*	2,83	17,55	26,76	9,17	30,33	2,85	2,01
*	2,69	25,31	2,14	7,48	40,87	17,94	2,88
Asche von frischem Weinmost	—	57,12	—	7,04	6,73	—	13,58
* Pyrus Cydonia Samen	—	27,09	3,01	13,01	7,69	42,02	2,67
* Pyrus malus Holz.	—	19,24	0,45	7,46	63,60	4,90	0,93
* Cerasus avium Holz	0,28	20,78	8,40	9,19	28,69	7,73	3,29

Kieselerde.	Eisenoxyd.	Chlornatrium.	Chlorkalium.		Standort der Pflanze.	Analytiker.
3,29	1,43	0,33	—	—	Gießen?	James.
2,63	1,06	2,15	—	—		
—	1,05	3,71	—	—	Gießen	Will und Fresenius.
0,25	0,96	0,51	—	—	Holland	Bichon.
0,29	1,94	2,56	—	—	Kurhessen	Thon.
1,54	—	1,87	—	—	Elsaß	Bqussingault.
2,46	1,03	2,45	—	—	Holland	Bichon.
0,51	—	—	1,49	—	Elsaß	Bousfingault.
0,47	0,66	—	—	—	Gießen	Büchner.
1,48	0,34	3,32	—	—	Kurhessen	Thon.
1,05	—	—	0,21	—	Elsaß	Bousfingault.
0,44	0,11	0,54	—	—	Gießen	Levi.
1,07	1,61	6,13	—	—		
2,01	0,75	2,00	—	—		
24,17	1,55	5,70	9,48	—	Gießen	Fleitmann.
26,00	2,23	20,46	—	—		
6,14	—	3,25	—	—	Gießen	
1,10	2,28	2,18	—	—	Vevay	Buch.
2,60	0,46	4,73	—	—	Gießen	Horsford.
1,45	0,16	0,83	—	—	Steiermark	Hruschauer.
0,62	0,24	0,58	—	—		
0,72	1,08	1,61	—	—	Meißen	Crasso.
1,61	6,63	3,05	—	—	Worms	Levi.
—	2,49	0,87	—	—	Weinsheim	
0,14	0,49	—	2,40	—	Meißen	Crasso.
0,75	1,19	2,57	—	—	—	Souchay.
1,31	1,66	0,45	—	—	Gießen	Will und Fresenius.
2,06	0,07	Spur	—	—	Gießen	Engelmann.

Pflanzen- oder Pflanzentheile.	Aschenprocente.	Kali.	Natron.	Magnesia.	Kalk.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.
* Cerasus avium Rinde	10,37	7,46	14,53	5,10	41,95	3,26	0,80
* Citrus medica Samen	—	33,89	3,56	8,67	12,87	34,81	3,30
* Secale cornutum.	0,36	38,97	12;12	4,58	1,43	13,24	0,02
* Kaffeebohnen . . .	3,19	42,11	11,07	9,01	3,58	11,24	—
* Viscum album . .	—	40,71	—	11,06	22,37	19,74	1,62
* Fagus sylvatica. Holz	—	11,80	2,04	8,42	47,25	2,29	1,01
Samen.	—	22,82	9,50	11,64	24,50	20,81	2,20
* Quercus Robur. Holz.	—	5,65	3,77	3,01	50,58	2,32	0,78
Samen.	—	64,64	—	5,57	6,86	19,19	—
* Ulmus campestris Holz.	—	21,92	13,72	7,71	47,80	3,33	1,28
Rinde.	—	2,22	10,09	3,19	72,70	1,59	0,62
* Tilia europaea. Rinde.	—	16,14	4,53	8,03	60,81	4,02	0,75
Holz.	—	35,80	5,23	4,15	29,93	4,85	5,30
* Pinus sylvestris. Samen.	—	22,37	1,26	15,09	1,86	45,95	—
Holz.	0,143	2,79	15,99	19,76	31,74	1,59	1,93
* Pinus Larix, Holz.	—	15,24	7,27	24,50	26,97	1,93	1,79

Kieselerde.	Eisenoxyd.	Chlornatrium.	Chlorkalium.		Standort der Pflanze.	Analytiker.
19,98	0,20	0,62	—	—	Gießen	Engelmann.
0,35	0,24	2,31	—	—	—	Souchay.
9,13	2,00	3,36	—	—	—	Engelmann.
2,95	0,55	1,67	—	—	—	Levi.
1,87	1,46	1,17	—	—	Gießen	Will und Freſenius.
1,09	0,60	0,16	—	—	Gießen	Böttinger.
1,88	2,67	0,87	—	Mangan-oxyd-oxydul 3,11	Gießen	Souchay.
0,52	0,38	0,02	—	—	Gießen	Denninger.
0,96	1,89	0,98	—	—		Kleinſchmidt.
3,07	1,17	—	—	—	Gießen	Wrighton.
8,77	0,82	—	—	—		
2,27	1,24	2,21	—	—	Gießen	L. Hofmann.
5,26	7,97	1,49	—	—		
10,44	3,01	—	—	—		
3,04	3,51	1,48	—	Mangan-oxyd-oxydul 18,17	Gießen	Poleck. Böttinger.
3,60	4,25	0,92	—	Mangan-oxyd-oxydul 13,51	Gießen	Böttinger.

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschenprocente.	Kali.	Natron.	Magnesia.	Kalk.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.
* Pinus Picea Samen	—	21,75	6,76	16,79	1,54	39,65	—
* Pinus sylvestris Holz	—	7,17	6,26	9,19	31,50	3,07	2,07
* Sapanholz	0,85	0,83	3,29	2,97	77,32	3,49	2,42
*	8,25	20,39	7,37	2,60	24,00	3,65	2,56
* Kruppwurzel . . .	8,42	15,50	—	2,50	19,84	3,13	1,45
*	—	2,73	20,57	2,53	13,01	13,44	2,28
* I.	—	29,08	2,26	7,22	30,35	2,74	3,75
* II.	—	30,67	—	8,57	27,12	1,88	3,27
* III.	—	27,88	—	7,31	33,84	1,99	3,75
* IV.	—	18,20	—	15,73	32,06	2,12	5,91
* Tabak V.	—	8,20	—	13,93	46,08	1,90	4,65
* VI.	—	19,55	0,27	11,07	48,68	3,66	3,29
* VII.	—	9,68	—	14,58	52,06	1,62	3,90
* VIII.	—	9,36	—	15,59	52,00	2,10	3,58
* IX.	—	10,37	—	15,04	43,45	2,36	5,50
* X.	—	11,21	—	12,77	49,16	1,97	2,98
Hopfen ganze Pflanze	9,87	25,18	—	5,77	15,98	12,13	5,41
Hopfen Blätter	13,6	14,95	0,39	2,39	49,67	3,52	5,04
Hopfen Stengel und Ranken	3,74	24,35	—	4,10	38,73	6,92	3,44
* Spargeln	—	19,64	—	3,24	13,16	10,03	5,72
Hanf ganze Pflanze Blätter.	22,00	5,45	0,72	4,88	42,05	3,22	1,10
Hanf ganze Pflanze Stengel.	4,54						
Flachs, ganze Pflanze.	5,00	0,57	9,82	7,79	12,33	10,84	2,65
I.	—	23,73	1,03	3,65	9,13	3,75	6,64
II.	—	10,64	2,26	9,86	13,17	7,97	10,92
III.	—	13,21	4,79	4,41	8,73	8,16	4,56

Kieselerde.	Eisenoxyd.	Chlornatrium.	Chlorkalium.		Standort der Pflanze.	Analytiker.
11,71	1,31	0,57	—	—	Gießen	Poleck.
5,72	2,23	0,81	—	—	Gießen	Levi.
0,39	1,36	—	6,63	—	—	Köchlin.
1,14	0,82	5,41	—	—	Elsaß	Köchlin.
3,63	2,28	11,67	4,06	—		
13,10	2,13	10,04	—	—	Seeland	May.
—	6,04	0,91	—	—	Debreczyn	
—	4,15	5,95	—	—		
—	4,40	9,34	4,90	—		
—	4,68	11,41	3,92	—	Banat	
—	4,17	3,22	8,53	—	Künstlichen	Will und Fresenius.
—	2,99	3,54	—	—		
—	3,57	4,61	4,44	—		
—	4,62	3,20	3,27	—		
—	5,20	6,39	2,99	—		
—	4,33	2,58	2,97	—		
21,50	5,12	7,24	1,67	—	England	Nesbit.
12,14	2,41	9,49	—	—		
6,07	0,28	6,47	9,64	—		
9,99	4,22	4,26	1,33	—	Gießen	
6,75	—	—	3,22	—	England	Kane (gehechelter Hanf enthielt nur noch 1,4 Procent Asche.)
21,35	—	—	5,07	—		
45,78	—	—	5,68	—	Trinidad	
42,81	—	—	2,14	—		
45,50	—	—	18,64	—		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschenprocente.	Kali.	Natron.	Magnesia.	Kalk.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.
Saccharum IV. officinarum V.	—	14,11	1,16	6,84	8,96	4,53	10,80
VI.	—	8,69	2,62	15,53	5,75	8,12	7,48
VII.	—	10,48	3,37	12,94	5,07	6,53	6,37
VIII.	—	11,03	5,43	11,78	4,45	4,84	7,67
IX.	—	20,42	8,24	3,80	2,26	7,12	7,70
X.	—	24,48	4,02	5,36	5,74	6,06	5,94
XI.	—	6,85	2,85	5,61	10,59	13,28	3,30
XII.	—	15,64	1,16	5,51	11,40	2,85	5,25
	—	8,00	2,08	5,27	14,27	7,96	1,91
Fucus * digitatus	20,40	20,66	7,65	6,86	10,94	2,36	12,23
Fucus * vesiculosus	16,39	13,01	9,54	6,12	8,36	1,16	24,06
Fucus * nodosus	16,19	9,13	14,33	9,91	11,60	1,38	24,20
Fucus * serratus	15,63	3,98	18,67	10,29	14,41	3,89	18,59
Laminaria latifolia	13,62	—	—	0,78	1,61	0,81	1,45
Laminaria digitata	—	4,24	0,13	—	2,50	0,79	5,05
Eklonia buccinalis	14,27	2,67	0,94	0,73	3,11	0,43	1,89
Padina pavonia	34,75	—	—	—	25,29	3,93	4,46
Durvilaea utilis	—	2,46	1,30	0,17	2,87	0,55	4,04
Fucus vesiculosus	—	0,98	0,80	1,19	2,82	0,58	2,86

Kieselerde.	Eisenoxyd.	Chlornatrium.	Chlorkalium.		Standort der Pflanze.	Analytiker.
40,85	—	—	11,51	—	Trinidad	Stenhouse.
46,24	—	—	5,03	—	—	
49,74	—	—	4,97	—	—	
44,68	—	—	9,14	—	—	
17,04	—	—	30,18	—	Demarara	
25,78	—	—	20,43	—	Insel Granada	
51,93	—	—	5,05	—	Jamaica Trelawney	
47,79	—	—	18,43	—	Jamaica St. James	
54,22	—	—	5,68	—	Jamaica St. James junge Pfl.	
1,44	0,57	26,18	Jodnatrium	3,34	—	Göbechens.
1,15	0,28	21,45		0,32	—	
1,09	0,26	18,28		0,49	—	
0,38	0,30	16,56		1,18	—	
0,08	—	2,24	4,24	—	Hoffmannsgave	Forchhammer.
0,11	—	7,90	—	—	Helgoland	
0,48	—	2,15	—	—	Cap der guten Hoffnung	
—	—	—	—	Manganoxyd 8,19(?)	Westindien	
—	—	6, 8	—	—	Chile	
1,20	—	0,38	—	—	Taarbeck Dänemark	

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschenprocente.	Kali.	Natron.	Magnesia.	Kalk.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.
Fucus vesiculosus .	16,22	2,64	2,64	1,10	1,16	0,82	2,06
Halidrys siliquosa .	15,65	—	—	—	—	—	3,44
Sargassum vulgare.	22,58	5,00	1,02	1,09	4,39	0,45	3,61
Sargassum coccifer-rum	11,62	0,09	0,81	0,68	5, 69	0,38	2,22
Furcellaria fastigiata	18,92	3,83	4,44	1,98	1,40	0,39	5,85
Chondrus crispus .	20,61	3,57	3,86	2,34	1,48	0,08	8,50
Chondrus plicatus .	11,23	0,76	0,91	0,70	1,38	0,44	1,64
Iridaea edulis . . .	9,86	1,19	0,78	—	1,05	0,65	1,28
Polysiphonia elongata	17,10	3,43	0,52	2,32	0,69	0,26	4,63
Delesseria sanguinea.	13,17	1,73	2,69	0,75	0,51	0,27	5,13
* Datura Stramon. Samen	—	20,22	14,24	17,56	4,11	34,72	—
* Conium maculat.	12,80	21,69	9,64	8,39	24,96	10,31	3,43
* Digitalis purp. . .	10,89	43,53	3,70	6,53	15,65	1,68	3,91
* Chelidonium m. .	6,85	33,11	—	5,06	23,37	15,70	2,25
* Agrostemma Gith.	13,20	22,86	—	6,14	29,27	7,24	2,39
* Centaurea Cyanus.	7,32	36,54	—	4,56	15,49	7,32	2,69
* Anthemis arvensis.	9,66	30,58	—	3,67	16,01	11,43	4,60
* Matricaria I.	9,69	32,39	—	4,79	16,42	8,55	4,34
* Chamomilla II.	8,51	25,49	—	4,94	19,10	5,86	4,99
* Acorus Calamus..	6,90	32,93	—	7,70	11,48	13,20	5,06

Kieselerde.	Eisenoxyd.	Chlornatrium.	Chlorkalium.		Standort der Pflanze.	Analytiker.
—	—	3,81	—	—	Grönland	Forchhammer.
—	—	4,70	—	—	Hoffmansgave	
—	—	7,09	—	—	Campeche-Bay	
0,19	—	—	—	—	Atlant. Ocean	
—	—	—	—	Mangan-oxyd 0,04	Kattegat	
—	—	—	—	—	Kattegat	
—	—	1,98	—	—	Hoffmansgave	
—	—	0,08	—	—	Kattegat	
0,48	—	2,22	—	—	Hoffmansgave	
—	—	—	—	—	Kattegat	
5,21	3,94	—	—	—	Gießen	Souchay.
2,62	2,40	16,61	—	—		Wrighton.
12,78	3,19	9,03	—	—		
1,41	1,21	—	3,40	—	Gießen	Rühling.
2,39	1,21	—	7,55	—		
3,29	1,61	—	11,88	—		
6,80	3,28	—	7,15	—		
1,53	1,65	—	14,26	—		
1,65	1,65	—	18,49	—		
2,39	1,91	2,84	14,66	—		

Analysen thierischer Excremente.

1000 Theile Menschenkoth hinterließen 150 Asche (Berzelius), welche bestehen aus:

phosphorsaurem Kalk phosphorsaurer Bittererde Spur Gyps		100
schwefelsaurem Natron schwefelsaurem Kali phosphorsaurem Natron		8
kohlensaurem Natron		8
Kieselerde		16
Kohle und Verlust		18
		150

Kuhkoth. (Haidlen)		Pferdekoth. (Jackson)	
phosphorsaurer Kalk	10,9		
phosphorsaure Bittererde	10,0		
phosphorsaures Eisenoxyd	8,5	phosphorsaurer Kalk	5,0
Kalk	1,5	kohlensaurer Kalk	18,75
Gyps	3,1	phosphorsaure Bittererde	36,25
Chlorkalium, Kupfer	Spuren	Kieselerde	40
Kieselerde	63,7		100,00
Verlust	1,3		
	100,0		

Nach der Analyse von Berzelius enthalten:

	1000 Th. Menschenharn.	1000 Th. Harnrückstand.
Harnstoff	30,10	44,39
freie Milchsäure milchsaures Ammoniak Fleisch-Extract Extractivstoffe	17,14	25,58
Harnsäure	1,00	1,49
Harnblasenschleim	0,32	0,48
schwefelsaures Kali	3,71	5,54
schwefelsaures Natron	3,16	4,72
phosphorsaures Natron	2,94	4,39
zweifach-phosphorsaures Ammoniak	1,65	2,46
Kochsalz	4,45	6,64
Salmiak	1,50	2,23
phosphorsaure Bittererde und Kalk	1,00	1,49
Kieselerde	0,03	0,05
		100,00
Wasser	933,00	
	1000,00	

Harn-Analysen von Lecanu*) in 1000 Theilen.

Harn	Wasser.	Harnstoff.	Harnsäure.	Chlornatrium.	Schwefelsaure Alkalien.	Phosphors. Natron und Ammoniak.	Phosphors. Kalk und Magnesia.
eines Mannes von 20 Jahren . .	930,00	30,00	1,12	4,60	4,42	0,39	0,41
eines Mannes von 22 Jahren . .	928,80	21,88	0,97	2,40	5,45	0,24	1,64
eines Mannes von 38 Jahren . .	928,30	27,80	1,21	3,76	4,53	0,47	0,93
eines Mannes von 86 Jahren . .	953,00	8,10	0,43	0,70	2,92	1,14	0,29
eines Mannes von 85 Jahren . .	959,50	13,78	0,24	1,63	2,92	0,25	0,27
einer Frau von 28 Jahren	953,00	13,10	0,24	0,17	2,25	1,15	0,46
eines Mädchens von 19 Jahren .	941,00	24,59	0,63	0,80	7,85	2,43	0,62
eines Knaben von 8 Jahren . . .	948,00	19,20	0,23	3,80	3,21	0,52	0,85
eines Knaben von 3 Jahren . . .	961,00	17,30	0,24	—	—	—	—

*) Simon, medicinische Chemie. Theil 2. S. 357 und 358.

Harn-Analysen von Lehmann*).

	Wasser.	Fester Rückstand.	Harnstoff.	Harnsäure.	Milchsäure, Schleim, extractive Materie ꝛc. ꝛc.	Chlornatrium und Chlorammonium.	Schwefelsaure Alkalien.	Phosphorsaures Natron.	Phosphorsaurer Kalk und Bittererde.
Harn bei streng geregelter, gewöhnlicher Diät . . .	934,002	65,998	32,914	1,073	13,180	3,602	7,289	3,666	1,187
	937,682	62,318	31,450	1,021	14,185	3,646	7,314	3,765	1,132
	932,019	67,981	32,909	1,098	14,859	3,712	7,321	3,989	1,108
Harn bei animalischer Kost .	909,32	96,68	53,79	1,41	9,36	5,37	11,51	5,52	3,72
	933,27	66,73	41,65	1,18	6,62	3,46	7,08	4,04	2,70
Harn bei vegetabilischer Kost	929,10	70,90	28,31	1,17	25,70	3,80	7,16	3,54	1,22
	941,91	58,09	22,42	1,01	18,49	3,07	7,14	3,68	1,09
	934,92	65,08	25,69	0,89	22,62	3,71	7,23	3,74	1,11
Harn bei stickstofffreier Nahrung.	953,98	46,02	18,92	0,89		2,74	3,25	3,01	1,00
	965,11	34,89	11,08	0,54		1,14	2,98	2,48	0,91

*) Beiträge zur physiologischen und pathologischen Chemie ꝛc. von F. Simon. Bd. I. S. 190.

Harn von Pflanzenfressern. Analysen von v. Bibra*). In 1000 Theilen.

Harn		In Wasser lösliche Extractivstoffe.	In Weingeist lösliche Extractivstoffe.	In Wasser lösliche Salze.	In Wasser unlösliche Salze.	Harnstoff.	Hippursäure.	Schleim.	Wasser.
des Pferdes	I.	21,32	25,50	23,40	18,80	12,44	12,60	0,05	885,09
	II.	19,25	18,26	40,00		8,36	1,23	0,06	912,84
des Schweines	I.	1,42	3,87	9,09	0,88	2,73	—	0,05	981,96
	II.	1,12	3,99	8,48	0,80	2,97	—	0,07	982,57
des Ochsen	I.	22,48	14,21	24,42	1,50	19,76	5,55	0,07	912,01
	II.	16,43	10,20	25,77	2,22	10,21	12,00	0,06	923,11
der Ziege	I.	1,00	4,54	8,50	0,80	3,78	1,25	0,06	980,07
	II.	0,56	4,66	8,70	0,40	0,76	0,88	0,05	983,99
des Feldhasen	I.	32,68	9,58	23,70	12,64	8,54	—	—	912,86

*) Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 53. S. 98.

Harn von Pflanzenfressern. Analyse von v. Bibra*). Aschenbestandtheile in pCt.

Asche des Harns:	Kohlensaurer Kalk.	Kohlensaure Magnesia.	Kohlensaures Kali.	Kohlensaures Natron.	Schwefelsaures Kali.	Schwefelsaures Natron.	Phosphorsaures Natron.	Phosphorsaurer Kalk.	Phosphorsaure Magnesia.	Chlornatrium.	Kieselerde.	Eisen.
des Pferdes . . .	12,50	9,46	46,09	10,33	13,04	—	—	—	—	6,94	0,55	1,09
	31,00	13,07	40,33		9,02	—	—	—	—	5,60	0,98	
des Schweines . .	—	—	12,1	—	—	7,0	19,0	8,8		mit wenig Chlorkalium. 53,1	Spur.	—
des Ochsen . . .	1,07	6,93	77,28	—	13,30	—	—	—	—	0,30	0,35	0,77
der Ziege . . .	Spur.	0,73	Spur.	5,30	—	2,50	—	—	—	1,47	—	—
des Hasen . . .	—	—	—	9,84	—	16,82	53,05	13,17		mit wenig Chlorkalium. 7,12	—	—
	—	—	—	8,73	—	29,97	4,39	12,00	22,42	mit wenig Chlorkalium. 22,49	—	—

Spuren von Eisen wurden in jedem Harn gefunden.

*) Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 53. S. 98.

Harn von Pflanzenfressern.

Analyse von Bousſingault*).

	Schwein.	Pferd.	Kuh.
Harnstoff	4,90	31,00	18,48
Hippursaures Kali . . .	**)	4,74	16,51
Milchsaures Alkali . . .	nicht best.	20,09	17,16
Kohlensaure Magnesia . .	0,87	4,16	4,74
" Kalk . . .	Spur.	10,82	0,55
Schwefelsaures Kali . .	1,98	1,18	3,60
Phosphorsaures Kali . .	1,02	***)	***)
Chlornatrium	1,28	0,74	1,52
Kieselerde	0,07	1,01	Spur.
Wasser und nicht bestimmte organische Stoffe . . .	979,14	910,76	921,32
	1000,00	1000,00	1000,00

Guano, afrikanischer.

Analyse von Teschemacher.

Flüchtige ammoniakalische Salze, wie oxalsaures, phosphorsaures und humussaures Ammoniak nebst organisch-thierischen Substanzen, die 5 pCt. Ammoniak enthalten, . . .	25
Fixe alkalische Salze, bestehend aus salzsaurem, schwefelsaurem und phosphorsaurem Kali	11
Phosphorsaurer Kalk und Magnesia	32
Wasser	30
Erdige Stoffe	2
	100

*) Annales de chimie et de phys. Septembre 1845, pag. 97.

**) Hippursäure konnte nicht entdeckt werden, auch wenn das Schwein neben der Fütterung mit Kartoffeln große Rationen frischen Klee's bekam.

***) } Keine Phosphate konnten gefunden werden.
***) }

Guano, chileniſcher.

Analyſe von Colquhoun.

Harnſaures Ammoniak, ammoniakaliſche Salze und zerſetzte thieriſche Subſtanz	17,4
Phosphorſaurer Kalk und Magneſia, oxalſaurer Kalk	48,1
Fixe alkaliſche Salze	10,8
Steinige Subſtanzen	1,4
Feuchtigkeit	22,3
	100

(Lond., Edinb. and Dubl. Phil. Mag. 1844. Mai and June.)

Guano.

Analyſe von Kerſten.*).

	I. Peru.	II. Peru.	III. Afrika. Inſel Iſchaboe.
Zerſetzbare verbrennliche Subſtanzen, worin Humusſäure in I. 3,2, in II. 3,2, und in III. 6,5 p. c. und Harnſäure in I. 2,7 p. c. in II. und III. Spuren	36,5	35,0	39,5
Ammoniak	8,6	7,5	9,5
Phosphorſaurer Kalk und Magneſia	20,5	22,5	17,5
Phosphorſaures, ſalzſaures und ſchwefelſaures Kali und Natron	6,5	8,2	7,3
Quarzſand	1,5	2,0	1,3
Waſſer	26,0	25,0	25,0
	100	100	100

*) Journ. f. prakt. Chem. Bd. 34. S. 361.

Guano.

Analyſe von D. J. Davy.

	Amerikaniſcher Guano.	Afrikaniſcher Guano.
In Waſſer lösliche Stoffe: oxalſaures, phosphorſaures und ſalzſaures Ammoniak und thieriſche Stoffe . . .	41,2	40,2
Unverbrennbar, unlöslich: hauptſächlich phosphorſaurer Kalk und Magneſia.	29	28,2
Unverbrennbar, löslich: Chlornatrium, kohlenſaures und ſchwefelſaures Kali	2,8	6,4
Verbrennbar, wenig löslich: hauptſächlich harnſaures Ammoniak	19	
Durch das Trocknen im Dampfbade verjagt: Waſſer und kohlenſaures Ammoniak	8	25,2
	100	100

Davy fand keinen Harnſtoff und keine Oxalſäure.

Guano, afrikaniſcher.

Analyſe von Francis.

Flüchtige Salze, wie oxalſaures, kohlenſaures Ammoniak, Chlorammonium und verbrennbare, organiſche Subſtanz, welche 5,50 p. c. Humusſäure, Harnſäure und Extractivſtoff und 9,70 Ammoniak enthielt	42,59
Waſſer	27,13
Phosphorſaurer Kalk und Magneſia	22,39
Sand	0,81
Alkaliſche Salze, hauptſächlich phosphorſaure, ſalzſaure und in geringer Menge ſchwefelſaure (hauptſächlich Kali)	7,08
	100

(Lond., Edinb. and Dubl. Phil. Mag. 1844. Mai and June.)

Analyse eines braungelben Guano

von Dellacher *).

Salmiak	2,25
Harnsaures Ammoniak	12,20
Oxalsaures »	17,73
Phosphorsaur. »	6,90
Kohlensaures »	0,80
Humussaures »	1,06
Phosphorsaure Ammoniak-Magnesia	11,63
Phosphorsaurer Kalk	20,16
Oxalsaurer »	1,30
Kohlensaurer »	1,65
Chlornatrium	0,40
Schwefelsaures Kali	4,00
» Natron	4,92
Wachsartige Substanz	0,75
Sand	1,68
Wasser	4,31
Unbestimmte organische Substanz	8,26
	100,00

Peruanischer Guano.

Analyse von Dr. Ure.

Stickstoffhaltige organische Substanzen, worunter harnsaures Ammoniak	50
Wasser	11
Phosphorsaurer Kalk	25
Phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, phosphorsaures Ammoniak, oxalsaures Ammoniak, enthaltend 4—9 p. c. Ammoniak	13
Kieselerde	1
	100

(Lond., Edinb. and Dubl. Phil. Mag. 1844. Mai and June.)

*) Pharmac. Centralblatt. 1844. S. 171. — Buchner, Repertorium. Bd. 32. S. 289 — 320.

Afrikaniſcher Guano.

Analyſe von Dr. Ure.

Salzige und organiſche Subſtanz, welche 10 p. c. Ammoniak enthält	50
Waſſer	21,5
Phosphorſaurer Kalk und Magneſia, auch Kali	26
Kieſelerde	1
Schwefelſaures und ſalzſaures Kali	1,5
	100

(Lond., Edinb. and Dubl. Phil. Mag. 1844. Mai and June.)

Chileniſcher Guano.

Analyſe von Dr. Ure.

Verbrennbare, organiſche und flüchtige ſalzige Subſtanz, welche 2½ p. c. Ammoniak enthielt	22,5
Waſſer	24
Kieſelerde	0,5
Phosphorſaurer Kalk	53
	100

Afrikaniſcher Guano.

Analyſe von Dr. Ure.

Brennbare thieriſche Subſtanz	37
Ammoniak, hauptſächlich mit Phosphorſäure verbunden	9,5
Phosphorſaure Erdalkalien	18,5
Alkaliſche Salze, größtentheils Kaliſalze	6,0
Kieſelerde	0,5
Waſſer	28,5
	100

Amerikanischer Guano. Analysen dreier Sorten von Denham Smith.

1. In kaltem Wasser lösliche Bestandtheile in 1000 Theilen.

	Wasser.	Schwefelsaures Kali.	Schwefelsaures Natron.	Phosphorsaures Kali.	Phosphorsaures Natron.	Phosphorsaures Ammoniak.	Phosphorsaurer Kalk.	Oxalsaures Ammoniak.	Oxalsaures Natron.	Chlorkalium.	Chlornatrium.	Chlorammonium.	Organische Materie.
I.	222,00	80,0	Spur.	—	—	63,3	—	74,0	—	—	—	25,5	15,90
	215,10	—	37,90	20,02	—	30,06	12,56*)	100,38	—	—	—	35,22	61,74
II.	204,20	—	239,44	77,32	—	61,24	—	[illegible]9	—	—	29,22	—	6,68
	106,66	—	12,23	14,94	—	—	—	Spur.	—	—	9,50	4,43	2,40
III.	77,00	—	191,77	49,47	3,60	—	—	—	105,63	41,63	286,31	30,30	25,53

*) Der phosphorsaure Kalk wurde vorzugsweise von organischer Materie in Auflösung gehalten; übrigens hatte die Auflösung eine schwach saure Reaction.

2. In heißem Wasser lösliche Bestandtheile in 1000 Theilen.

	Phosphorsaurer Kalk.	Phosphorsaures Natron.	Phosphorsaures Magnesia-Ammoniak.	Harnsäure.	Harnsaures Ammoniak.	Organische Materie.
I.	1,86	1,20 (?)	5,64	25,16	154,18	11,80
	2,88	1,28 (?)	4,04	—	25,12	6,38
II.	—	Spur.	7,84	—	—	8,60
	11,37	Spur.	Spur.	—	—	10,00
III.	1,10	—	1,33	—	—	7,56

3. In Wasser unlösliche Bestandtheile in 1000 Theilen.

	Phosphorsaurer Kalk.	Phosphorsaure Magnesia.	Oxalsaurer Kalk.	Sand ꝛc.	Eisenoxyd und Thonerde.	Humus.	Organische Materie.	Wasser.	Verlust.
I.	197,50	20,30	25,60	15,60	—	26,36	34,56	—	0,44
	192,00	19,84	107,26	16,48	—	20,60	11,40	42,42	1,50
II.	62,70	8,74	109,58	7,20	—	8,62	—	49,74	4,98
	664,47	30,56	—	20,43	—	29,73	—	80,60	2,68
III.	131,13	25,80	—	4,20	1,50	18,36	—	—	—

Analysen thierischer Excremente.

	Guano (eine Sorte von Liverpool) (Bartels)	Guano von Lima (Völkel)	Nachtigallenkoth (Braconnot)
Salmiak	6,500	4,2	0,2
Oxalsaures Ammoniak	13,351	10,6	
Harnsaures Ammoniak	3,244	9,0	52,7 mit Kali
Phosphorsaures Ammoniak	6,250	6,0	0,8 mit Kali
Wachsähnliche Materie	0,600		
Schwefelsaures Kali	4,227	5,5	3,3
Schwefelsaures Natron	1,119	3,8	
Phosphorsaures Natron	5,291		
Phosphorsaure Ammoniakkalkerde	4,196	2,6	0,2
Kochsalz	0,100		0,8
Phosphorsaurer Kalk	9,940	14,3	4,3
Oxalsaurer Kalk	16,360	7,0	
Thonerde	0,104		
In Salpetersäure unlösliche Rückstand	5,800	4,7	
Verlust (Wasser, Ammoniak, unbestimmte organische Materie)	22,718	32,3	37,7
	100,000		

Mergel. Analysen von E. O. F. Krocker*).

Der Fundort der verschiedenen Sorten ist das linke Rheinufer von Mainz bis Worms.

	I	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Kohlensaurer Kalk	12,275	14,111	18,808	20,246	25,176	32,143	36,066
Kohlensaure Magnesia	0,975	Spuren.	1,228	3,211	2,223	1,544	1,106
Kali	0,087	0,082	0,092	0,091	0,105	0,101	0,163
Wasser	2,036	2,146	2,111	1,311	1,934	1,520	1,555
Thon, Sand und Eisenoxyd . .	84,525	82,830	76,827	74,325	69,570	64,214	60,065
Ammoniak	0,0047	0,0077	0,0088	0,0768	0,0736	0,0955	0,0579

*) Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. 57. S. 369.

Tabelle über den Ammoniakgehalt des Ackerbodens.

Von Dr. Krocker*).

Untersuchte Bodenarten.	Ammoniakgehalt in 100 Theilen lufttrockner Erde.	Specif. Gewicht.	Ammoniakgehalt einer Bodenschicht fester Substanz, 0,25 Meter tief auf 1 Hectare in Pfunden.
Thoniger Boden vor der Düngung.	0,170	2,39	20314
Thoniger Boden	0,163	2,42	19723
Ackerkrume eines Bodens von Hohenheim	0,156	2,40	18720
Untergrund desselben Feldes . . .	0,104	2,41	12532
Thoniger Boden vor der Düngung.	0,149	2,41	17953
Thoniger Boden vor der Düngung.	0,147	2,41	17713
Zu Gerste bestellter Boden . . .	0,143	2,44	17446
Thoniger Boden vor der Düngung.	0,139	2,41	16749
Lehmiger Boden vor der Düngung.	0,135	2,45	16537
Lehmiger Boden vor der Düngung.	0,133	2,45	16292
Nie gedüngte Erde aus Amerika.	0,116	2,18	12644
Sandiger nie bebauter Boden. .	0,096	2,50	12000
Ausgegrabene, lehmige Erde . . .	0,088	2,5	11000
Sandiger, nie bebauter Boden .	0,056	2,51	7028
Fast reiner Sand	0,031	2,61	4045
Mergel	0,0988	2,42	11952
	0,0955		11552
	0,0768		9288
	0,0736		8904
	0,0579		7004
	0,0077		931
	0,0047		568

*) Annalen der Chemie und Pharmacie. Band 58. 1846.

Zweiter Theil.

Der

chemiſche Proceß der Gährung, Fäulniß und Verweſung.

Chemiſche Metamorphoſen.

Die organiſchen Verbindungen, Holzfaſer, Zucker, Gummi und alle übrigen erleiden bei Berührung mit anderen Körpern gewiſſe Aenderungen in ihren Eigenſchaften, ſie erleiden eine Zerſetzung.

Dieſe Zerſetzungsweiſen nehmen in der organiſchen Chemie zweierlei Formen an.

Denken wir uns eine aus zwei zuſammengeſetzten Körpern beſtehende Verbindung, die kryſtalliſirte Oxalſäure z. B., die wir mit concentrirter Schwefelſäure in Berührung bringen, ſo erfolgt bei der gelindeſten Erwärmung eine vollkommene Zerſetzung. Die kryſtalliſirte Oxalſäure iſt eine Verbindung von Waſſer mit Oxalſäure, die concentrirte Schwefelſäure beſitzt zu dem Waſſer eine bei weitem größere Anziehung als die Oxalſäure, ſie entzieht der kryſtalliſirten alles Waſſer. In Folge dieſer Waſſerentziehung wird waſſerfreie Oxalſäure abgeſchieden, aber dieſe Säure kann für ſich, ohne mit einem andern Körper verbunden zu ſein, nicht beſtehen; ihre Beſtandtheile theilen ſich in Kohlenſäure und Kohlenoxyd, die ſich zu gleichen Raumtheilen gasförmig entwickeln.

In dieſem Beiſpiele iſt Zerſetzung in Folge des Austretens zweier Beſtandtheile (der Elemente des Waſſers) vor ſich gegangen, die ſich mit der Schwefelſäure vereinigt ha-

ben. Die größere, die überwiegende Verwandtſchaft des einwirkenden Körpers (der Schwefelſäure) zu dieſem Waſſer war in dieſem Falle die Urſache der Zerſetzung.

In Folge des Austretens der Beſtandtheile des Waſſers treten die übrigen Elemente in einer neuen Form zuſammen, wir hatten Oxalſäure und bekommen alle Elemente derſelben als Kohlenſäure und Kohlenoxyd wieder.

Dieſe Zerſetzungsweiſe, wo alſo die Veränderung durch einen Körper bewirkt wird, der ſich mit einem oder mehreren Beſtandtheilen eines zuſammengeſetzten Körpers verbindet, iſt vollkommen ähnlich den Zerſetzungen anorganiſcher Verbindungen.

Denken wir uns ſalpeterſaures Kali, was wir mit Schwefelſäure zuſammenbringen, ſo wird Salpeterſäure ausgeſchieden, in Folge der Verwandtſchaft der Schwefelſäure zum Kali, in Folge alſo der Bildung einer neuen Verbindung (des ſchwefelſauren Kalis).

Eine zweite Form nimmt dieſe Zerſetzungsweiſe an, wenn durch die chemiſche Verwandtſchaft des einwirkenden Körpers aus den Beſtandtheilen des Körpers, welcher zerſetzt wird, neue Verbindungen gebildet werden, von denen ſich beide, oder nur der eine, mit dem einwirkenden Körper vereinigen.

Nehmen wir z. B. trocknes Holz und befeuchten es mit Schwefelſäure, ſo erfolgt nach kurzer Zeit unter Wärmeentwickelung eine wahre Verkohlung, wir finden die Schwefelſäure unverändert, aber mit mehr Waſſer verbunden wieder, als ſie vorher enthielt. Dieſes Waſſer war in dem Holze nur ſeinen Elementen nach (als Waſſerſtoff und Sauerſtoff) zugegen, beide ſind durch die chemiſche Anziehung der Schwefelſäure gewiſſermaßen gezwungen worden,

sich zu Wasser zu vereinigen, in Folge dessen ist der Kohlenstoff des Holzes als Kohle abgeschieden worden.

Blausäure und Wasser in Berührung mit Salzsäure zerlegen sich beide.

Aus dem Stickstoffe der Blausäure und dem Wasserstoffe einer gewissen Quantität Wasser entsteht Ammoniak, aus dem Kohlenstoffe und Wasserstoffe der Blausäure und dem Sauerstoffe des Wassers entsteht Ameisensäure.

Das Ammoniak verbindet sich mit der Salzsäure.

Die Berührung der Salzsäure mit Wasser und Blausäure veranlaßte eine Störung in der Anziehung der Elemente von beiden, in Folge welcher sie sich zu zwei neuen Verbindungen ordneten, von denen die eine, das Ammoniak, die Fähigkeit besaß, eine Verbindung mit dem störenden Körper einzugehen.

Auch für diese Zersetzungsweisen, welche nicht minder häufig sind, bietet die anorganische Chemie Analoga dar, allein der organischen Chemie gehören noch ganz andere Zersetzungsweisen an, die sich von den eben angeführten darin unterscheiden, daß der einwirkende Körper keine Verbindung eingeht mit einem Bestandtheile der Materie, welche die Zersetzung oder Veränderung erfährt.

Es erfolgt in diesen Fällen eine Störung der Anziehungen unter den Elementen der Verbindung in der Art, daß sie sich zu einer oder mehreren neuen Verbindungen ordnen, welche unter gegebenen Bedingungen keiner weitern Veränderung mehr unterliegen.

Wenn die organische Verbindung durch chemische Verwandtschaft eines zweiten Körpers, oder durch den Einfluß der Wärme, oder durch irgend andere Ursachen sich zersetzt, und zwar so, daß sich aus ihren Elementen zwei oder meh-

rere neue Verbindungen bilden, ſo heißt die Zerſetzung eine chemiſche Metamorphoſe.

Die Bezeichnung einer chemiſchen Metamorphoſe ſchließt den beſtimmten Begriff in ſich ein, daß in der Zerſetzung einer organiſchen Verbindung keines ihrer Elemente einzeln in Freiheit geſetzt wird. Die Veränderungen, welche in der organiſchen Natur mit Gährung, Fäulniß und Verweſung bezeichnet werden, ſind chemiſche Metamorphoſen, welche bewirkt werden durch eine bis jetzt unbeachtet gebliebene Urſache, deren Exiſtenz in dem Folgenden dargelegt werden ſoll.

Die Urſache, wodurch Gährung, Fäulniß und Verweſung bewirkt werden.

Man iſt erſt in der letzten Zeit darauf aufmerkſam geworden, daß ein Körper, der ſich im Zuſtande der Verweſung oder der Zerſetzung befindet, auf das Verhalten eines andern ihn berührenden Körpers nicht ohne Einfluß iſt. Platin z. B. zerlegt nicht die Salpeterſäure; ſelbſt in dem Zuſtande der außerordentlichen Zertheilung, wo ſeine kleinſten Theile nicht mehr das Licht zurückwerfen, als Platinſchwarz, wird es, mit dieſer Säure gekocht, nicht oxydirt. Eine Legirung von Platin mit Silber löſ't ſich hingegen leicht in Salpeterſäure. Die Oxydation, welche das Silber erfährt, überträgt ſich mithin dem Platin, es erhält

in Berührung damit die Fähigkeit, die Salpeterſäure zu zerſetzen.

Kupfer zerlegt das Waſſer nicht beim Sieden mit verdünnter Schwefelſäure, eine Legirung von Kupfer, Zink und Nickel löſ't ſich leicht unter Waſſerſtoffgasentwickelung in waſſerhaltiger Schwefelſäure.

Zinn zerlegt die Salpeterſäure mit außerordentlicher Leichtigkeit, das Waſſer hingegen nur ſchwierig; bei der Auflöſung von Zinn in verdünnter Salpeterſäure geht mit der Zerſetzung der Salpeterſäure eine lebhafte Waſſerzerſetzung vor ſich, neben einem Oxyde des Zinns bildet ſich Ammoniak.

In den angeführten Beiſpielen läßt ſich die Verbindung oder Zerſetzung nur bei dem letztern durch chemiſche Verwandtſchaft erklären; allein bei den anderen ſollte gerade durch elektriſche Action die Oxydationsfähigkeit des Platins oder Kupfers bei Berührung mit Silber oder Zink verhindert oder aufgehoben werden, die Erfahrung zeigt aber, daß hierbei der Einfluß von entgegengeſetzt elektriſchen Zuſtänden bei weitem von der chemiſchen Action überwogen wird.

In einer minder zweifelhaften Form tritt die Erſcheinung bei Materien ein, in welchen die Elemente nur mit einer ſchwachen Kraft zuſammengehalten ſind. Man weiß, daß es chemiſche Verbindungen ſo ſchwacher Art giebt, daß Aenderungen der Temperatur, des Elektricitätszuſtandes, die bloße mechaniſche Reibung, oder die Berührung mit anſcheinend durchaus indifferenten Körpern, eine Störung der Anziehung zwiſchen den Beſtandtheilen dieſer Körper in der Art bewirken, daß ſie ſich zerlegen, daß dieſe Beſtandtheile nämlich ſich zu neuen Verbindungen ordnen, ohne eine Verbindung mit den einwirkenden Körpern einzugehen. Dieſe

Körper stehen an der Grenze der chemischen Verbindungen, auf ihr Bestehen üben Ursachen einen aufhebenden Einfluß, welche auf Verbindungen von stärkerer Verwandtschaft durchaus wirkungslos sind. Durch eine geringe Erhöhung der Temperatur trennen sich die Elemente dreier Oxydationsstufen des Chlors mit der heftigsten Licht- und Wärmeentwickelung, Chlorstickstoff explodirt in Berührung mit einer Menge von Körpern, die sich bei gewöhnlicher Temperatur weder mit Chlor noch mit Stickstoff verbinden, und die Berührung irgend einer festen Substanz reicht bei dem Jodstickstoff und dem Silberoxyd-Ammoniak hin, um ein Zerfallen mit Explosion zu Wege zu bringen.

Niemand hat je daran gedacht, die Ursache der Zerlegung dieser Körper einer besondern von der chemischen Verwandtschaft verschiedenen Kraft zuzuschreiben, welche thätig wird, z. B. durch Berührung mit dem Barte einer Feder, und die in Folge ihres Auftretens die Zersetzung bedingt; man betrachtete von jeher diese Körper als chemische Verbindungen der schwächsten Art, in denen also die Bestandtheile in einem Zustande der Spannung sich befinden, die in jeder, auch der geringsten, Störung die chemische Verwandtschaft überwiegt. Diese Verbindungen bestehen nur durch die Trägheit (vis inertiae), ein jedes in Bewegung setzen, die Reibung, ein Stoß reichen hin, um das statische Moment der Anziehung der Bestandtheile, d. h. das Bestehen in einer bestimmten Form, aufzuheben.

Das Wasserstoffhyperoxyd gehört zu dieser Klasse von Körpern; es zerlegt sich mit allen Substanzen, die ihm den Sauerstoff entziehen, es zerlegt sich selbst augenblicklich durch Berührung mit vielen Körpern, wie mit Platin und metallischem Silber, welche keine Verbindung hierbei eingehen,

und in dieser Beziehung wird seine Zersetzung offenbar durch die nämliche Ursache bedingt, welche das Zerfallen des Jodstickstoffs und Knallsilbers veranlaßt. Bei dem Wasserstoffhyperoxyde hat man, merkwürdiger Weise, die Ursache der plötzlichen Trennung seiner Bestandtheile als eine von den gewöhnlichen Ursachen verschiedene angesehen und sie einer neuen Kraft zugeschrieben, der man den Namen katalytische Kraft gegeben hat; man hat aber dabei nicht erwogen, daß die Wirkung des Platins und Silbers nur eine beschleunigende ist, denn auch ohne Berührung mit diesen Metallen zerlegt es sich unabwendbar von selbst, obwohl erst in längerer Zeit, beim bloßen Aufbewahren. Die plötzliche Trennung der Bestandtheile des Wasserstoffhyperoxyds unterscheidet sich von der des gasförmigen Chloroxyds oder des festen Jodstickstoffs nur insofern, als seine Zersetzung in einer Flüssigkeit vor sich geht.

Die merkwürdigste Erscheinung in dem Verhalten des Wasserstoffhyperoxyds, und gerade diejenige, welche vor allem andern die Aufmerksamkeit fesselt, insofern sie aus der Reihe der bekannten heraustritt, ist die Reduction, welche gewisse Oxyde bei Berührung mit Wasserstoffhyperoxyd erleiden, in dem Augenblicke, wo sich sein Sauerstoff von dem Wasser trennt; hierher gehören Silberoxyd, Bleihyperoxyd und andere, in denen aller oder ein Theil des Sauerstoffs nur mit einer schwachen Kraft gebunden ist.

Während andere Oxyde, in denen die Bestandtheile durch eine mächtige Verwandtschaft zusammengehalten werden, durch Berührung mit dem Wasserstoffhyperoxyd seine Zerlegung bewirken, ohne die geringste Aenderung zu erleiden, trennt sich bei Anwendung von Silberoxyd mit dem sich entwickelnden Sauerstoffe des Wasserstoffhyperoxyds aller

Sauerſtoff des Silberoxyds und es bleibt metalliſches Silber; von dem Bleihyperoxyd trennt ſich, unter denſelben Umſtänden, die Hälfte Sauerſtoff und entweicht als Gas. Man iſt ſelbſt im Stande, auf dieſem Wege eine Zerlegung des Manganhyperoxyds in Sauerſtoffgas und Oxydul zu bewerkſtelligen, wenn man gleichzeitig eine chemiſche Verwandtſchaft auf das Manganoxydul in Thätigkeit treten läßt, eine Säure z. B., welche mit dem Oxydul ein lösliches Salz bildet. Verſetzt man Waſſerſtoffhyperoxyd mit Salzſäure und bringt ſodann gepulvertes Manganhyperoxyd hinzu, ſo erhält man bei weitem mehr Sauerſtoffgas, als das erſtere für ſich zu liefern im Stande iſt, man findet aber in der rückſtändigen Flüſſigkeit ein Manganoxydulſalz, entſtanden aus Manganhyperoxyd, deſſen Hälfte Sauerſtoff ſich als Gas entwickelt hat.

Eine ganz ähnliche Erſcheinung bietet das kohlenſaure Silberoxyd dar, wenn es mit manchen organiſchen Säuren zuſammengebracht wird. Pyro-Traubenſäure z. B. verbindet ſich leicht mit reinem Silberoxyd zu einem weißen im Waſſer ſchwer löslichen Salze; mit kohlenſaurem Silberoxyd zuſammengebracht, trennt ſich mit der entweichenden Kohlenſäure der Sauerſtoff von einem Theile des Silberoxyds, und es bleibt reguliniſches Silber als ſchwarzes Pulver zurück (Berzelius).

Man kann den angeführten Erſcheinungen keine andere Erklärung unterlegen, als daß hierbei Zerſetzung oder Verbindung in Folge der Berührung mit einem andern Körper herbeigeführt wird, der ſich ſelbſt im Zuſtande der Zerſetzung oder Verbindung befindet. Es iſt klar, daß die Action, in der ſich die Atome des einen Körpers befinden, auf die Atome des daneben liegenden zweiten Körpers von Einfluß

ist; sind diese Atome fähig, die nämliche Veränderung zu erfahren, so erleiden sie diese Veränderung; sie gehen Verbindungen oder Zersetzungen ein; allein wenn sie diese Fähigkeit für sich nicht besitzen, so hört ihre weitere Veränderung von dem Augenblicke an auf, wo sich die Atome des erstern Körpers in Ruhe befinden, wo mithin die Veränderung oder die Metamorphose dieses Körpers vollendet ist.

Der eine Körper übt auf den andern eine ähnliche Wirkung aus, wie wenn ein brennender Körper mit einem verbrennlichen zusammengebracht wird, nur mit dem Unterschiede, daß die Ursache der Mittheilung des Zustandes und der Fortdauer dieses Zustandes eine andere ist. Bei dem verbrennlichen Körper ist diese Ursache die Temperatur, welche sich in jedem Zeitmomente wieder neu erzeugt; in den Zersetzungs- und Verbindungserscheinungen, die wir betrachten, ist diese Ursache ein in chemischer Action begriffener Körper, und nur so lange thätig, als diese Action dauert.

Wir kennen aus zahllosen Erfahrungen, welchen Einfluß das bloße in Bewegung setzen auf die Aeußerung der chemischen Kräfte ausübt; in einer Menge von Salzlösungen äußert sich z. B. die Cohäsionskraft nicht, wenn sie in der Wärme gesättigt, bei völliger Ruhe erkaltet; das aufgelöste Salz scheidet sich nicht krystallinisch aus, aber ein Sandkorn in die Flüssigkeit geworfen, so wie die kleinste Erschütterung, reicht hin, um die ganze Auflösung plötzlich und unter Wärmeentwickelung zum Erstarren zu bringen; wir sehen die nämliche Erscheinung bei Wasser, was weit unter 0° bei völliger Ruhe erkaltet werden kann, ohne zu gefrieren, was aber in dem Momente fest wird, wo seine Theile in Bewegung gesetzt werden.

Um in einer bestimmten Weise sich anzuziehen und zu

ordnen, muß die Trägheit zuerst überwunden werden, die Atome müssen in Bewegung gesetzt werden.

Eine verdünnte Auflösung eines Kalisalzes mit Weinsäure gemischt, giebt in der Ruhe keinen Niederschlag; setzt man die Flüssigkeit durch heftiges Umschütteln in Bewegung, so trübt sie sich augenblicklich und setzt Krystalle von Weinstein ab.

Eine Auflösung von einem Bittererdesalze, welche durch phosphorsaures Ammoniak nicht getrübt wird, setzt augenblicklich phosphorsaures Bittererde-Ammoniak an den Gefäßwänden ab, an den Stellen, wo sie mit einem Glasstabe in der Flüssigkeit gerieben werden.

Die Bewegung, mithin die Ueberwindung der Trägheit, des Beharrungsvermögens, verursacht in den so eben angeführten Bildungs- und Zersetzungsprocessen eine augenblickliche andere Lagerung der Atome eines Körpers, d. h. die Entstehung einer Verbindung, die vorher nicht vorhanden war.

Wie sich von selbst versteht, müssen diese Atome die Fähigkeit besitzen, sich auf diese bestimmte Weise zu ordnen, denn sonst würde Reibung und Bewegung ohne den geringsten Einfluß darauf sein.

Das bloße Beharren in der Lage, wo sich die Atome eines Körpers befinden, macht, daß uns viele Körper in anderen Zuständen mit anderen Eigenschaften begabt erscheinen, als sie nach ihren natürlichen Anziehungen besitzen. Geschmolzener und rasch erkalteter Zucker und Glas sind durchsichtig, von muschlichem Bruche, beide bis zu einem gewissen Grade elastisch und biegsam; der erstere wird beim Aufbewahren matt und undurchsichtig und zeigt alsdann im Bruche regelmäßige Spaltungsflächen, welche dem krystalli-

firten Zucker angehören; das Glas nimmt diesen Zustand an und wird weiß und undurchscheinend, hart, so daß es am Stahle Funken giebt, wenn es lange Zeit hindurch bei einer hohen Temperatur im weichen Zustande erhalten wird.

Offenbar besaßen die Atome der beiden Körper in diesen verschiedenen Zuständen verschiedene Lagen, in dem erstern war ihre Anziehung nicht in den Richtungen thätig, in denen ihre Cohäsionskraft am stärksten war. Wir wissen, daß der geschmolzene Schwefel beim raschen Abkühlen in kaltem Wasser weich, durchsichtig und elastisch bleibt und sich in lange Fäden ziehen läßt, und daß er erst nach Stunden oder Tagen wieder hart und krystallinisch wird.

Das Bemerkenswertheste ist hierbei unstreitig, daß der amorphe Zucker und Schwefel, ohne Mitwirken einer äußern Ursache, in den krystallinischen Zustand wieder zurückkehrt, denn dies setzt voraus, daß ihre Atome eine andere Lage angenommen haben, daß sie mithin selbst im festen Zustande bis zu einem gewissen Grade Beweglichkeit besitzen. Die rascheste Umsetzung oder Formänderung dieser Art kennt man vom Arragonit; identisch in seiner chemischen Zusammensetzung mit dem Kalkspath, beweis't seine verschiedene Krystallform und Härte, daß seine Atome auf eine andere Weise geordnet sind, als beim Kalkspath; beim Erwärmen eines Arragonitkrystalls, bei dem in Bewegung setzen seiner Atome durch die Ausdehnung heben wir ihr Beharrungsvermögen auf, und mit großer Kraft zerspringt in Folge dessen der Arragonitkrystall zu einem Haufwerk von Krystallen von Kalkspath.

Es ist unmöglich, sich über die Ursache dieser Veränderungen zu täuschen, sie ist eine Aufhebung des Zustandes der Ruhe, in Folge welcher die in Bewegung gesetzten

Theilchen eines Körpers entweder anderen, oder ihren eigenen natürlichen Anziehungen folgen.

Wenn aber, wie sich aus dem Vorhergehenden ergiebt, die mechanische Bewegung schon hinreicht, um bei vielen Körpern eine Form- und Zustandsänderung zu bewirken, so kann es um so weniger zweifelhaft erscheinen, daß ein im Zustande der Verbindung oder Zersetzung begriffener Körper fähig ist, gewissen anderen Körpern den nämlichen Zustand der Bewegung oder Thätigkeit zu ertheilen, in welchem sich seine Atome befinden, durch seine Berührung also mit andern Körpern diese zu befähigen, Verbindungen einzugehen oder Zersetzungen zu erleiden.

Dieser Einfluß ist durch die angeführten Thatsachen aus dem Verhalten anorganischer Körper hinreichend belegt worden, er zeigt sich bei den organischen Materien bei weitem häufiger und nimmt die Form an von den umfassendsten und bewundernswürdigsten Naturerscheinungen.

Mit Gährung, Fäulniß und Verwesung bezeichnet man im Allgemeinen die Form- und Eigenschaftsänderungen, welche die compleren organischen Materien erleiden, wenn sie von den Organismen getrennt, bei Gegenwart von Wasser und einer gewissen Temperatur sich selbst überlassen werden. Gährung und Fäulniß sind Zersetzungsprocesse von der eigenthümlichen Art, die wir mit chemischen Metamorphosen bezeichnet haben; die Elemente der Körper, welche in Gährung oder Fäulniß überzugehen fähig sind, ordnen sich zu neuen Verbindungen, und an dieser Ordnungsweise nehmen meistens die Bestandtheile des Wassers einen bestimmten Antheil.

Die Verwesung ist verschieden von der Gährung und Fäulniß, insofern sie ohne Zutritt der Luft nicht

stattfindet, deren Sauerstoff hierbei von dem Körper aufgenommen wird, es ist eine langsame Verbrennung, bei welcher unter allen Umständen Wärme und zuweilen auch Licht entwickelt wird; bei den Zersetzungsprocessen, die man Fäulniß und Gährung nennt, entwickeln sich sehr häufig luftförmige Producte, die entweder geruchlos sind oder einen unangenehmen Geruch verbreiten.

Man ist gewissermaßen übereingekommen, mit dem Ausdrucke Gährung die Metamorphose derjenigen Materien zu bezeichnen, welche geruchlose gasförmige Producte entwickeln, während die Bezeichnung Fäulniß gewöhnlich für diejenigen von selbst erfolgenden Zersetzungen gebraucht wird, in denen übelriechende Gasarten gebildet werden. Der Geruch kann aber, wie sich von selbst versteht, keineswegs über die Natur der Zersetzung als entscheidender Charakter gelten, beide, Gährung und Fäulniß, sind einerlei Zersetzungsprocesse, die erstere von stickstofffreien, die andere von stickstoffhaltigen Substanzen.

Man ist ferner gewöhnt, eine gewisse Klasse von Metamorphosen von der Gährung und Fäulniß zu trennen, und zwar diejenige, wo Veränderungen und Umsetzungen erfolgen, ohne Entwickelung von gasförmigen Producten. Allein die physikalischen Zustände, in denen die neuen Verbindungen sich darstellen, sind, wie man weiß, rein zufällig, und deshalb nicht der entfernteste Grund vorhanden, Zersetzungen dieser Art, wie man gethan hat, einer besondern Ursache zuzuschreiben.

Gährung und Fäulniß.

Manche Materien gehen dem Anscheine nach von selbst in Gährung und Fäulniß über, und dies sind namentlich diejenigen, welche Stickstoff oder stickstoffhaltige Substanzen beigemengt enthalten, und das Merkwürdigste hierbei ist, daß außerordentlich kleine Quantitäten derjenigen Substanzen, die in den Zustand der Gährung und Fäulniß übergegangen sind, die Fähigkeit besitzen, in unbegrenzten Mengen der nämlichen Materien denselben Act der Zersetzung hervorzurufen.

Eine kleine Quantität gährender Traubensaft, zu nicht gährendem zugesetzt, bringt die ganze Quantität in Gährung.

Die kleinste Quantität im Zustande der Gährung begriffener Milch, Mehlteig, Rübensaft, faulenden Fleisches, Blut ꝛc. mit frischer Milch, Rübensaft, Mehlteig, Fleisch oder Blut in Berührung gemacht, macht, daß diese Materien in den nämlichen Zersetzungsproceß übergehen.

Diese Erscheinungen treten, wie man leicht bemerkt, aus der Klasse der gewöhnlichen Zersetzungen, die durch chemische Verwandtschaften bewirkt werden, heraus; ihre Elemente ordnen sich in Folge einer Störung nach ihren Verwandtschaften; es sind Aeußerungen chemischer Thätigkeiten, Umwandlungen oder Zersetzungen, die vor sich gehen in Folge der Berührung mit Körpern, die sich in dem nämlichen Zustande befinden.

Um sich ein klares Bild über diese Vorgänge zu ver-

schaffen, muß man analoge aber minder verwickelte Erscheinungen in's Auge fassen.

Die Zusammengesetztheit der organischen Atome und ihr Verhalten gegen andere Materien im Allgemeinen führt von selbst auf die wahre Ursache, durch welche diese Metamorphosen herbeigeführt werden.

Aus dem Verhalten der einfachen Körper weiß man, daß bei Bildung von Verbindungen die Kraft, mit welcher die Bestandtheile zusammenhängen, in demselben Verhältnisse schwächer wird, in welchem die Anzahl der Atome in dem zusammengesetzten Atome zunimmt.

Manganoxydul geht durch Aufnahme von Sauerstoff in Oxyd, in Hyperoxyd, in Mangan- und Uebermangansäure über, wodurch die Anzahl der Sauerstoffatome in dem ersteren um die Hälfte vermehrt, oder verdoppelt, verfünffacht wird, aber alle Sauerstoffmengen über die hinaus, welche in dem Oxydul enthalten ist, sind bei weitem schwächer gebunden, die bloße Glühhitze treibt Sauerstoff aus dem Hyperoxyde aus, und die Mangansäuren können von den Basen nicht getrennt werden, ohne augenblicklich eine Zersetzung zu erfahren.

Die umfassendsten Erfahrungen beweisen, daß die am einfachsten zusammengesetzten anorganischen Verbindungen die beständigsten, die den Veränderungen am meisten widerstehenden sind, und daß mit ihrer Zusammengesetztheit ihre Veränderlichkeit, ihre leichte Zersetzbarkeit zunimmt, offenbar nur deshalb, weil mit der Anzahl der Atome, welche in Verbindung treten, die Richtungen sich vervielfältigen, in denen ihre Anziehung thätig ist.

Welche Art von Vorstellung man auch über die Natur der Materie haben mag, die Existenz der chemischen Pro-

Gährung und Fäu

Manche Materien gehen in Gährung und Fäulniß, diejenigen, welche Stickst beigemengt enthalten, daß außerordentlich gangen sind, gen der nö hervorzur

Ein gähr

denſein von n Materie zu- eilung wir keine emie Aequiva- ndlich klein; denn nziehungen, ſich auf yen aus dieſer Ver- ſetzten Atome hervor, de- niſchen Natur nach der Form, ſagen; nach der Richtung, nach den ſie in dem zuſammengeſetzten

man nun die Zuſammenſetzung der organi- anorganiſchen Verbindungen, ſo wird man überraſcht durch die Exiſtenz von Verbindungen, in denen ſich 90 und mehrere hundert einzelne Atome oder Aequivalente vereinigt finden zu einem einzigen zuſammen- geſetzten Atome. Das Atom einer organiſchen Säure von einfacher Zuſammenſetzung, die Eſſigſäure z. B., enthält 12 Aequivalente, 1 Atom Chinaſäure enthält 33, 1 Atom Zu- cker 36, Amygdalin enthält 90, und 1 Atom Talgſäure 138 Aequivalente an Elementen, und die Beſtandtheile der thie- riſchen Körper übertreffen die genannten bei weitem noch an Zuſammengeſetztheit.

In eben dem Grade, als die anorganiſchen Verbindun- gen die organiſchen an Einfachheit in ihrer Zuſammenſetzung übertreffen, weichen ſie von dieſen durch ihr Verhalten ab. Während z. B. ein zuſammengeſetztes Atom, das ſchwefel- ſaure Kali, mit einer Menge von Materien in Berührung, nicht die geringſte Veränderung in ſeinen Eigenſchaften er- leidet, während bei ſeiner Zerlegung mit anderen Subſtan-

Cohäsionskraft, die Fähigkeit von einem seiner Be-
, mit dem berührenden Körper eine unlösliche
ei gewisser Temperatur flüchtige Verbindung zu
alſo andere Urſachen mitwirken, um ſeine
erkſtelligen, finden wir bei compleren or-
chts Aehnliches.

e Formel des ſchwefelſauren Kali's:
wir darin nur 1 Aeq. Schwefel und 1 Aeq.
können im höchſten Falle den Sauerſtoff uns
ch in der Verbindung vertheilt denken und bei einer
Zerſetzung einen Theil oder allen Sauerſtoff der Verbin-
dung entziehen, oder einen der Beſtandtheile erſetzen, eine
verſchiedene Lagerung der Atome können wir aber nicht
hervorbringen, eben weil es die einfachſte Form iſt, in wel-
cher die gegebenen Elemente zu den Verbindungen zuſam-
menzutreten die Fähigkeit beſitzen.

Vergleichen wir damit die Zuſammenſetzung des Trau-
benzuckers, ſo haben wir darin auf 12 Aeq. Kohlenſtoff,
12 Aeq. Waſſerſtoff und 12 Aeq. Sauerſtoff; wir haben
darin eine Anzahl von Atomen, von denen wir wiſſen, daß
ſie die mannichfaltigſten Verbindungen mit einander einzuge-
hen vermögen; die Formel des Zuckers kann ausdrücken ein
Hydrat des Kohlenſtoffs, oder ein Hydrat des Holzes, oder
der Stärke, oder des Milchzuckers, oder eine Verbindung
von Aether mit Alkohol, oder von Ameiſenſäure mit Sach-
ulmin; wir können, mit einem Worte, wenn wir die Ele-
mente von Waſſer hinzutreten laſſen, oder einzelne Elemente
in dem Zucker erſetzen, die meiſten bekannten ſtickſtofffreien
organiſchen Stoffe durch Rechnung daraus entwickeln; die
Elemente dazu ſind alſo in der Zuſammenſetzung des Zuckers
enthalten, und man kann hinzufügen, die Fähigkeit, zahl-

ordnen, muß die Trägheit zuerst überwunden werden, die Atome müssen in Bewegung gesetzt werden.

Eine verdünnte Auflösung eines Kalisalzes mit Weinsäure gemischt, giebt in der Ruhe keinen Niederschlag; setzt man die Flüssigkeit durch heftiges Umschütteln in Bewegung, so trübt sie sich augenblicklich und setzt Krystalle von Weinstein ab.

Eine Auflösung von einem Bittererdesalze, welche durch phosphorsaures Ammoniak nicht getrübt wird, setzt augenblicklich phosphorsaures Bittererde-Ammoniak an den Gefäßwänden ab, an den Stellen, wo sie mit einem Glasstabe in der Flüssigkeit gerieben werden.

Die Bewegung, mithin die Ueberwindung der Trägheit, des Beharrungsvermögens, verursacht in den so eben angeführten Bildungs- und Zersetzungsprocessen eine augenblickliche andere Lagerung der Atome eines Körpers, d. h. die Entstehung einer Verbindung, die vorher nicht vorhanden war.

Wie sich von selbst versteht, müssen diese Atome die Fähigkeit besitzen, sich auf diese bestimmte Weise zu ordnen, denn sonst würde Reibung und Bewegung ohne den geringsten Einfluß darauf sein.

Das bloße Beharren in der Lage, wo sich die Atome eines Körpers befinden, macht, daß uns viele Körper in anderen Zuständen mit anderen Eigenschaften begabt erscheinen, als sie nach ihren natürlichen Anziehungen besitzen. Geschmolzener und rasch erkalteter Zucker und Glas sind durchsichtig, von muschlichem Bruche, beide bis zu einem gewissen Grade elastisch und biegsam; der erstere wird beim Aufbewahren matt und undurchsichtig und zeigt alsdann im Bruche regelmäßige Spaltungsflächen, welche dem krystalli-

sirten Zucker angehören; das Glas nimmt diesen Zustand an und wird weiß und undurchscheinend, hart, so daß es am Stahle Funken giebt, wenn es lange Zeit hindurch bei einer hohen Temperatur im weichen Zustande erhalten wird.

Offenbar besaßen die Atome der beiden Körper in diesen verschiedenen Zuständen verschiedene Lagen, in dem erstern war ihre Anziehung nicht in den Richtungen thätig, in denen ihre Cohäsionskraft am stärksten war. Wir wissen, daß der geschmolzene Schwefel beim raschen Abkühlen in kaltem Wasser weich, durchsichtig und elastisch bleibt und sich in lange Fäden ziehen läßt, und daß er erst nach Stunden oder Tagen wieder hart und krystallinisch wird.

Das Bemerkenswertheste ist hierbei unstreitig, daß der amorphe Zucker und Schwefel, ohne Mitwirken einer äußern Ursache, in den krystallinischen Zustand wieder zurückkehrt, denn dies setzt voraus, daß ihre Atome eine andere Lage angenommen haben, daß sie mithin selbst im festen Zustande bis zu einem gewissen Grade Beweglichkeit besitzen. Die rascheste Umsetzung oder Formänderung dieser Art kennt man vom Arragonit; identisch in seiner chemischen Zusammensetzung mit dem Kalkspath, beweis't seine verschiedene Krystallform und Härte, daß seine Atome auf eine andere Weise geordnet sind, als beim Kalkspath; beim Erwärmen eines Arragonitkrystalls, bei dem in Bewegung setzen seiner Atome durch die Ausdehnung heben wir ihr Beharrungsvermögen auf, und mit großer Kraft zerspringt in Folge dessen der Arragonitkrystall zu einem Haufwerk von Krystallen von Kalkspath.

Es ist unmöglich, sich über die Ursache dieser Veränderungen zu täuschen, sie ist eine Aufhebung des Zustandes der Ruhe, in Folge welcher die in Bewegung gesetzten

Theilchen eines Körpers entweder anderen, oder ihren eigenen natürlichen Anziehungen folgen.

Wenn aber, wie sich aus dem Vorhergehenden ergiebt, die mechanische Bewegung schon hinreicht, um bei vielen Körpern eine Form- und Zustandsänderung zu bewirken, so kann es um so weniger zweifelhaft erscheinen, daß ein im Zustande der Verbindung oder Zersetzung begriffener Körper fähig ist, gewissen anderen Körpern den nämlichen Zustand der Bewegung oder Thätigkeit zu ertheilen, in welchem sich seine Atome befinden, durch seine Berührung also mit andern Körpern diese zu befähigen, Verbindungen einzugehen oder Zersetzungen zu erleiden.

Dieser Einfluß ist durch die angeführten Thatsachen aus dem Verhalten anorganischer Körper hinreichend belegt worden, er zeigt sich bei den organischen Materien bei weitem häufiger und nimmt die Form an von den umfassendsten und bewundernswürdigsten Naturerscheinungen.

Mit Gährung, Fäulniß und Verwesung bezeichnet man im Allgemeinen die Form- und Eigenschaftsänderungen, welche die complexen organischen Materien erleiden, wenn sie von den Organismen getrennt, bei Gegenwart von Wasser und einer gewissen Temperatur sich selbst überlassen werden. Gährung und Fäulniß sind Zersetzungsprocesse von der eigenthümlichen Art, die wir mit chemischen Metamorphosen bezeichnet haben; die Elemente der Körper, welche in Gährung oder Fäulniß überzugehen fähig sind, ordnen sich zu neuen Verbindungen, und an dieser Ordnungsweise nehmen meistens die Bestandtheile des Wassers einen bestimmten Antheil.

Die Verwesung ist verschieden von der Gährung und Fäulniß, insofern sie ohne Zutritt der Luft nicht

ſtattfindet, deren Sauerſtoff hierbei von dem Körper aufgenommen wird, es iſt eine langſame Verbrennung, bei welcher unter allen Umſtänden Wärme und zuweilen auch Licht entwickelt wird; bei den Zerſetzungsproceſſen, die man Fäulniß und Gährung nennt, entwickeln ſich ſehr häufig luftförmige Producte, die entweder geruchlos ſind oder einen unangenehmen Geruch verbreiten.

Man iſt gewiſſermaßen übereingekommen, mit dem Ausdrucke Gährung die Metamorphoſe derjenigen Materien zu bezeichnen, welche geruchloſe gasförmige Producte entwickeln, während die Bezeichnung Fäulniß gewöhnlich für diejenigen von ſelbſt erfolgenden Zerſetzungen gebraucht wird, in denen übelriechende Gasarten gebildet werden. Der Geruch kann aber, wie ſich von ſelbſt verſteht, keineswegs über die Natur der Zerſetzung als entſcheidender Charakter gelten, beide, Gährung und Fäulniß, ſind einerlei Zerſetzungsproceſſe, die erſtere von ſtickſtofffreien, die andere von ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen.

Man iſt ferner gewöhnt, eine gewiſſe Klaſſe von Metamorphoſen von der Gährung und Fäulniß zu trennen, und zwar diejenige, wo Veränderungen und Umſetzungen erfolgen, ohne Entwickelung von gasförmigen Producten. Allein die phyſikaliſchen Zuſtände, in denen die neuen Verbindungen ſich darſtellen, ſind, wie man weiß, rein zufällig, und deshalb nicht der entfernteſte Grund vorhanden, Zerſetzungen dieſer Art, wie man gethan hat, einer beſondern Urſache zuzuſchreiben.

Gährung und Fäulniß.

Manche Materien gehen dem Anscheine nach von selbst in Gährung und Fäulniß über, und dies sind namentlich diejenigen, welche Stickstoff oder stickstoffhaltige Substanzen beigemengt enthalten, und das Merkwürdigste hierbei ist, daß außerordentlich kleine Quantitäten derjenigen Substanzen, die in den Zustand der Gährung und Fäulniß übergegangen sind, die Fähigkeit besitzen, in unbegrenzten Mengen der nämlichen Materien denselben Act der Zersetzung hervorzurufen.

Eine kleine Quantität gährender Traubensaft, zu nicht gährendem zugesetzt, bringt die ganze Quantität in Gährung.

Die kleinste Quantität im Zustande der Gährung begriffener Milch, Mehlteig, Rübensaft, faulenden Fleisches, Blut ꝛc. mit frischer Milch, Rübensaft, Mehlteig, Fleisch oder Blut in Berührung gemacht, macht, daß diese Materien in den nämlichen Zersetzungsproceß übergehen.

Diese Erscheinungen treten, wie man leicht bemerkt, aus der Klasse der gewöhnlichen Zersetzungen, die durch chemische Verwandtschaften bewirkt werden, heraus; ihre Elemente ordnen sich in Folge einer Störung nach ihren Verwandtschaften; es sind Aeußerungen chemischer Thätigkeiten, Umwandlungen oder Zersetzungen, die vor sich gehen in Folge der Berührung mit Körpern, die sich in dem nämlichen Zustande befinden.

Um sich ein klares Bild über diese Vorgänge zu ver-

schaffen, muß man analoge aber minder verwickelte Erscheinungen in's Auge fassen.

Die Zusammengesetztheit der organischen Atome und ihr Verhalten gegen andere Materien im Allgemeinen führt von selbst auf die wahre Ursache, durch welche diese Metamorphosen herbeigeführt werden.

Aus dem Verhalten der einfachen Körper weiß man, daß bei Bildung von Verbindungen die Kraft, mit welcher die Bestandtheile zusammenhängen, in demselben Verhältnisse schwächer wird, in welchem die Anzahl der Atome in dem zusammengesetzten Atome zunimmt.

Manganoxydul geht durch Aufnahme von Sauerstoff in Oxyd, in Hyperoxyd, in Mangan- und Uebermangansäure über, wodurch die Anzahl der Sauerstoffatome in dem ersteren um die Hälfte vermehrt, oder verdoppelt, verfünffacht wird, aber alle Sauerstoffmengen über die hinaus, welche in dem Oxydul enthalten ist, sind bei weitem schwächer gebunden, die bloße Glühhitze treibt Sauerstoff aus dem Hyperoxyde aus, und die Mangansäuren können von den Basen nicht getrennt werden, ohne augenblicklich eine Zersetzung zu erfahren.

Die umfassendsten Erfahrungen beweisen, daß die am einfachsten zusammengesetzten anorganischen Verbindungen die beständigsten, die den Veränderungen am meisten widerstehenden sind, und daß mit ihrer Zusammengesetztheit ihre Veränderlichkeit, ihre leichte Zersetzbarkeit zunimmt, offenbar nur deshalb, weil mit der Anzahl der Atome, welche in Verbindung treten, die Richtungen sich vervielfältigen, in denen ihre Anziehung thätig ist.

Welche Art von Vorstellung man auch über die Natur der Materie haben mag, die Existenz der chemischen Pro-

portionen weist jeden Zweifel über das Vorhandensein von gewissen begrenzten Gruppen oder Massen von Materie zurück, über deren weitere Spaltung oder Theilung wir keine Erfahrungen besitzen. Diese in der Chemie Aequivalente benannten Massen sind nicht unendlich klein; denn sie wiegen; indem sie, je nach ihren Anziehungen, sich auf die mannichfaltigste Weise ordnen, gehen aus dieser Verbindung die zahllosen zusammengesetzten Atome hervor, deren Eigenschaften in der organischen Natur nach der Form, ja man kann bei vielen sagen; nach der Richtung, nach dem Platze wechseln, den sie in dem zusammengesetzten Atome einnehmen.

Vergleicht man nun die Zusammensetzung der organischen mit den anorganischen Verbindungen, so wird man wahrhaft überrascht durch die Existenz von Verbindungen, in denen sich 90 und mehrere hundert einzelne Atome oder Aequivalente vereinigt finden zu einem einzigen zusammengesetzten Atome. Das Atom einer organischen Säure von einfacher Zusammensetzung, die Essigsäure z. B., enthält 12 Aequivalente, 1 Atom Chinasäure enthält 33, 1 Atom Zucker 36, Amygdalin enthält 90, und 1 Atom Talgsäure 138 Aequivalente an Elementen, und die Bestandtheile der thierischen Körper übertreffen die genannten bei weitem noch an Zusammengesetztheit.

In eben dem Grade, als die anorganischen Verbindungen die organischen an Einfachheit in ihrer Zusammensetzung übertreffen, weichen sie von diesen durch ihr Verhalten ab. Während z. B. ein zusammengesetztes Atom, das schwefelsaure Kali, mit einer Menge von Materien in Berührung, nicht die geringste Veränderung in seinen Eigenschaften erleidet, während bei seiner Zerlegung mit anderen Subtan-

zen die Cohäsionskraft, die Fähigkeit von einem seiner Bestandtheile, mit dem berührenden Körper eine unlösliche feste, oder bei gewisser Temperatur flüchtige Verbindung zu bilden, während also andere Ursachen mitwirken, um seine Zerlegung zu bewerkstelligen, finden wir bei compleren organischen Atomen nichts Aehnliches.

Betrachten wir die Formel des schwefelsauren Kali's: SKO_4, so haben wir darin nur 1 Aeq. Schwefel und 1 Aeq. Kalium, wir können im höchsten Falle den Sauerstoff uns ungleich in der Verbindung vertheilt denken und bei einer Zersetzung einen Theil oder allen Sauerstoff der Verbindung entziehen, oder einen der Bestandtheile ersetzen, eine verschiedene Lagerung der Atome können wir aber nicht hervorbringen, eben weil es die einfachste Form ist, in welcher die gegebenen Elemente zu den Verbindungen zusammenzutreten die Fähigkeit besitzen.

Vergleichen wir damit die Zusammensetzung des Traubenzuckers, so haben wir darin auf 12 Aeq. Kohlenstoff, 12 Aeq. Wasserstoff und 12 Aeq. Sauerstoff; wir haben darin eine Anzahl von Atomen, von denen wir wissen, daß sie die mannichfaltigsten Verbindungen mit einander einzugehen vermögen; die Formel des Zuckers kann ausdrücken ein Hydrat des Kohlenstoffs, oder ein Hydrat des Holzes, oder der Stärke, oder des Milchzuckers, oder eine Verbindung von Aether mit Alkohol, oder von Ameisensäure mit Sachulmin; wir können, mit einem Worte, wenn wir die Elemente von Wasser hinzutreten lassen, oder einzelne Elemente in dem Zucker ersetzen, die meisten bekannten stickstofffreien organischen Stoffe durch Rechnung daraus entwickeln; die Elemente dazu sind also in der Zusammensetzung des Zuckers enthalten, und man kann hinzufügen, die Fähigkeit, zahl-

lose Verbindungen mit einander zu bilden, ist in der Anziehung, welche diese Elemente zu einander gegenseitig haben, ebenfalls vorhanden.

Untersuchen wir nun, wie sich der Zucker bei Berührung mit Materien verhält, die eine bemerkbare Wirkung auf ihn haben, so finden wir, daß die Veränderungen, die er erfährt, nicht in die engen Grenzen eingeschlossen sind, die wir bei den anorganischen Verbindungen bemerken; diese Veränderungen haben in der That keine Grenzen.

Die Elemente des Zuckers folgen jeder Anziehung, und zwar einer jeden auf eine eigenthümliche Weise. Während bei den anorganischen Verbindungen eine Säure durch den Grad ihrer Verwandtschaft zu einem der Bestandtheile der Verbindung, die davon zersetzt wird, wirkt und ihren chemischen Charakter nie aufgiebt, in welcher Form sie auch angewendet werden mag, zerstört und verändert sie den Zucker, nicht, indem sie eine vorhandene Basis vermöge ihrer größern Verwandtschaft in Beschlag nimmt, sondern indem sie das Gleichgewicht in der Anziehung der Elemente des Zuckers aufhebt. Salzsäure und Schwefelsäure, in ihrer Wirkungsweise und Zusammensetzung so sehr von einander verschieden, wirken auf einerlei Weise auf den Zucker in verdünntem Zustande anders, als in concentrirtem, bei gelinder Wärme wieder anders, als beim Sieden. Während die concentrirte Schwefelsäure bei mäßiger Concentration den Zucker, unter Bildung von Ameisensäure und Essigsäure, in eine schwarze kohlige Materie verwandelt, zerlegt sie ihn, bei Gegenwart von mehr Wasser, in zwei braune Substanzen, die beide Kohlenstoff und die Elemente des Wassers enthalten. Durch die Einwirkung der Alkalien entsteht aus den Elementen des Zuckers eine Reihe von durchaus verschiedenen neuen

Producten, und durch oxydirende Materien, durch Salpetersäure z. B., entwickeln sich daraus Kohlensäure, Ameisensäure, Essigsäure, Zuckersäure und noch viele andere Producte, die nicht untersucht sind.

Wenn man sich nach diesen Erfahrungen eine Vorstellung über die Kraft macht, mit welcher die Elemente des Zuckers zusammenhängen, und die Größe dieser Anziehung nach dem Widerstande beurtheilt, welchen sie einem darauf einwirkenden Körper entgegensetzen, so scheint das Zuckeratom als solches nur durch die Trägheit seiner Elemente zu bestehen, durch das Beharren an dem Orte und in dem Zustande also, in dem sie sich befinden, denn ein Behaupten dieses Zustandes durch ihre eigene Anziehung, wie bei dem schwefelsauren Kali, beobachten wir nicht.

Gerade diejenigen organischen Verbindungen nun, die sich dem Zucker ähnlich verhalten, sehr zusammengesetzte organische Atome also, sind allein fähig, die Zersetzungen zu erleiden, welche wir Gährung und Fäulniß nennen.

Wir haben gesehen, daß Metalle die Fähigkeit erhalten, Wasser oder Salpetersäure zu zerlegen, eine Fähigkeit, die sie für sich nicht besaßen, durch die bloße Berührung mit anderen, die sich in dem Zustande der Verbindung befinden; wir sehen bei dem Wasserstoffhyperoxyd und Wasserstoffhypersulfid, daß in dem Acte ihrer Zersetzung Verbindungen ähnlicher Art, in denen die Elemente bei weitem stärker gebunden sind, ohne daß eine chemische Verwandtschaft hierbei mitwirkt, die nämliche Zerlegung erfahren, und man wird in den Materien, welche Gährung und Fäulniß bewirken, bei genauerer Beachtung die nämliche Ursache erkennen, welche die obigen Erscheinungen bedingt.

Es ist diese Ursache ein jeder Körper, der sich im Zu-

ſtande der Zerſetzung befindet, ſie iſt eine Störung des ſtatiſchen Moments der Anziehungen der Elemente, eines compleren organiſchen Atoms, in deren Folge ſich die Elemente nach ihren ſpeciellen Anziehungen auf's Neue gruppiren.

Die Beweiſe für die Exiſtenz dieſer Urſache laſſen ſich leicht entwickeln; ſie gehen aus dem Verhalten der Körper hervor, welche Gährung und Fäulniß bewirken; ſie ergeben ſich aus der Regelmäßigkeit, man kann ſagen, Geſetzmäßigkeit, in welcher die Theilung der Elemente in den erfolgenden Metamorphoſen vor ſich geht, und dieſe Regelmäßigkeit iſt ausſchließlich begründet in der ungleichen Verwandtſchaft, die ſie in iſolirtem Zuſtande zu einander beſitzen. Aus dem Verhalten der Holzkohle zum Waſſer, aus dem der einfachſten Stickſtoffverbindung, des Cyans, zu demſelben Körper, laſſen ſich alle Metamorphoſen ſtickſtofffreier und ſtickſtoffhaltiger Körper entwickeln.

Metamorphosen stickstofffreier Körper.

Bringen wir Sauerstoff und Wasserstoff in der Form von Wasserdämpfen, demnach in gleichen Wirkungswerthen mit Kohle, in einer Temperatur zusammen, bei welcher sie die Fähigkeit besitzt, eine Verbindung mit einem dieser Elemente einzugehen, so sieht man, daß sich unter allen Umständen ein Oxyd des Kohlenstoffs, Kohlenoxyd oder Kohlensäure, bildet, während Wasserstoff in Freiheit gesetzt wird; die Zerlegung des Wassers durch Kohle und die Bildung des Kohlenoxyds oder der Kohlensäure beweisen, daß in einer höhern Temperatur die Affinität des Kohlenstoffs zum Sauerstoff größer ist, als die des letztern zum Wasserstoff. Der Kohlenstoff theilt sich nicht in die Bestandtheile des Wassers, es entsteht kein Kohlenwasserstoff.

Essigsäure und Meconsäure erleiden durch den Einfluß der Wärme eine wahre Metamorphose, d. h. eine Spaltung in neue Verbindungen ohne Ausscheidung eines ihrer Elemente. Aus der Essigsäure entsteht Kohlensäure und Aceton, aus der Meconsäure Kohlensäure und Komensäure, durch höhere Temperatur erleidet die letztere eine neue Metamorphose; sie zerlegt sich wieder in Kohlensäure und Pyromeconsäure.

Der Kohlenstoff dieser Materien theilt sich in diesen Zersetzungen in ihren Sauerstoff und Wasserstoff; auf der einen Seite sehen wir Kohlensäure, auf der andern ein Oxyd ei-

nes Kohlenwasserstoffs auftreten, in welchem aller Wasserstoff enthalten ist.

Bei der Metamorphose von Alkoholdämpfen in mäßiger Glühhitze theilt sich der Kohlenstoff auf ähnliche Weise und es entsteht ein Oxyd einer Kohlenwasserstoffverbindung, die allen Sauerstoff enthält (Aldehyd), und gasförmige Kohlenwasserstoffverbindungen.

Bei diesen Metamorphosen durch Wärme sind, wie man sieht, keine fremden Verwandtschaften thätig, welche auf die Form und Zusammensetzung der neuen Producte einen Einfluß ausüben konnten; es sind die besonderen Anziehungen der Elemente allein im Spiele, die sich, je nach dem Grade ihrer Verwandtschaften, zu neuen Verbindungen ordnen, beständig und unveränderlich unter den Bedingungen, in welchen sie gebildet werden, sich auf's Neue umsetzend, wenn diese Bedingungen geändert werden. Vergleichen wir nun die Producte mit einander, zu denen zwei in ihrer Zusammensetzung ähnliche, aber in ihren Eigenschaften verschiedene Materien in zwei durch verschiedene Ursachen erfolgenden Metamorphosen Veranlassung geben, so finden wir, daß die Art der Umsetzung, die Spaltung und Theilung der Atome absolut die nämliche ist.

In den Metamorphosen des Holzes auf dem Boden von Sümpfen, die wir Fäulniß nennen, theilt sich sein Kohlenstoff in den Wasserstoff und Sauerstoff seiner eigenen Substanz und den des Wassers, neben reiner Kohlensäure entwickelt sich ein Kohlenwasserstoff, der eine der Kohlensäure ähnliche Zusammensetzung besitzt.

In der Metamorphose des Zuckers, die wir Gährung nennen, theilen sich seine Elemente in Kohlensäure, welche

$^2/_3$ von dem Sauerstoffe des Zuckers, und in Alkohol, der allen Wasserstoff enthält.

In der Metamorphose der Essigsäure durch Glühhitze entsteht Kohlensäure, welche $^2/_3$ von dem Sauerstoffe der Essigsäure, und Aceton, welches allen Wasserstoff enthält.

Man sieht leicht, daß die Elemente einer compleren Verbindung ihren speciellen Anziehungen überlassen (und dies geschieht bei jeder Störung in den Anziehungen der Elemente einer Verbindung, durch welche Ursache sie auch erfolgen mag), daß die Theilung dieser Elemente, ihre Umsetzung zu neuen Verbindungen stets nach einer und derselben Weise vor sich geht, mit dem einzigen Unterschiede jedoch, daß die Natur der gebildeten Producte stets abhängig bleibt von der Anzahl der Atome der Elemente, die in Action treten, daß also die Producte je nach der Zusammensetzung der Substanz in's Unendliche wechseln.

Metamorphosen stickstoffhaltiger Körper.

Wenn wir die Materien in's Auge fassen, welche die Eigenschaft, Metamorphosen, Gährung und Fäulniß zu bewirken, im vorzüglichsten Grade besitzen, so finden wir, daß es ohne Ausnahme solche sind, in deren Zusammensetzung der Stickstoff einen Bestandtheil ausmacht. Wir finden, daß in vielen derselben eine Umsetzung ihrer Elemente zu neuen Producten von selbst erfolgt, von dem Augenblicke an, wo sie aufhören, dem lebenden Organismus anzugehören, wo sie

also aus der Sphäre der Anziehung heraustreten, durch die allein sie zu bestehen vermögen.

Wir kennen zwar stickstofffreie Körper, die ebenfalls nur in Verbindung mit anderen einen gewissen Grad von Beständigkeit besitzen, die im isolirten Zustande also unbekannt sind, eben weil ihre Elemente, der Kraft entzogen, durch deren Wirkung ihre Elemente zusammengehalten sind, sich nach ihren eigenen Anziehungen ordnen; Uebermangansäure, Mangansäure, unterschweflige Säure sind schon als Verbindungen dieser Klasse bezeichnet worden, allein, wie bemerkt, diese Eigenschaft kommt nur wenigen stickstofffreien Verbindungen zu.

Ganz anders verhält es sich mit den stickstoffhaltigen Körpern; man kann sagen, daß in der eigenthümlichen Natur des Stickstoffs die Ursache der außerordentlichen Leichtigkeit gegeben ist, welche ihre eigene Zerstörung herbeiführt. Als das indifferenteste unter den bekannten Elementen zeigt er keine hervorstechende Anziehung zu irgend einem andern einfachen Körper, und diesen Charakter trägt der Stickstoff in alle Verbindungen über, die er einzugehen fähig ist, ein Charakter, der seine leichte Trennung von den Materien, mit denen er verbunden ist, erklärlich macht.

Nur wenn seine Quantität im Verhältnisse zu den Elementen, mit denen er verbunden ist, eine gewisse Grenze übersteigt, wie bei Melamin, Ammelin ꝛc. fangen die Stickstoffverbindungen an, eine gewisse Beständigkeit zu erhalten; sie verlieren ebenfalls bis zu einem gewissen Grade ihre Veränderlichkeit, wenn seine Quantität zu der Masse der Elemente, mit denen er verbunden ist, zu der Summe ihrer Anziehungen also, ein Minimum beträgt, wie bei den organischen Basen.

Wir sehen in den beiden Knallsilbern, dem Knallquecksilber, dem Jod- und Chlorstickstoff in den sogenannten fulminirenden Verbindungen diesen Charakter der leichten Umsetzung am entschiedensten hervortreten.

Alle anderen erhalten die nämliche Fähigkeit, sich zu zerlegen, wenn ihnen die Elemente des Wassers dargeboten werden, ja die meisten sind keiner Metamorphose fähig, wenn diese Bedingung ihrer Umsetzung ausgeschlossen ist.

Die veränderlichsten stickstoffhaltigen Substanzen, Theile von Organismen, gehen in trocknem Zustande nicht in Fäulniß über.

Aus den Resultaten der bekannten Metamorphosen stickstoffhaltiger Körper ergiebt sich nun, daß hierbei das Wasser nicht bloß als Medium dient, welches den sich umsetzenden Elementen Bewegung gestattet; es stellt sich klar daraus hervor, daß sie in Folge von chemischer Verwandtschaft vor sich gehen.

Fragen wir nun nach den Veränderungen, welche die stickstoffhaltigen Körper im Allgemeinen erleiden, wenn ihnen die Bestandtheile des Wassers unter Umständen dargeboten werden, wo ihre Zersetzung, gleichgültig durch welche Ursache, herbeigeführt wird, so ergiebt sich als eine Regel, die keine Ausnahme kennt, daß unter diesen Bedingungen der Stickstoff dieser Substanzen stets bei vollendeter Zersetzung als Ammoniak in Freiheit gesetzt wird. Alle stickstoffhaltigen organischen Materien entwickeln durch die Einwirkung von Alkalien allen Stickstoff in der Form von Ammoniak; Säuren und eine erhöhte Temperatur wirken auf die nämliche Weise; nur beim Mangel an Wasser oder seinen Elementen bilden sich Cyan und andere Stickstoffverbindungen.

Man kann hieraus entnehmen, daß das Ammoniak die

stärkste Stickstoffverbindung ist, daß Wasserstoff und Stickstoff zu einander einen Grad von Verwandtschaft besitzen, der die Anziehung des Stickstoffs zu allen übrigen übertrifft.

Bei den stickstofffreien Materien haben wir in der ausgezeichneten Verwandtschaft, welche der Kohlenstoff zum Sauerstoff besitzt, eine Ursache kennen gelernt, welche die Spaltung der Elemente eines compleren organischen Atoms nach einer bestimmten Weise herbeiführt; in den stickstoffhaltigen macht aber der Kohlenstoff einen nie fehlenden Bestandtheil aus, und in diesen kommt in der hervorstechenden Verwandtschaft des Stickstoffs zum Wasserstoff eine neue höchst kräftige Ursache einer leichteren Umsetzung der Bestandtheile hinzu.

Bei den stickstofffreien Körpern haben wir ein Element, bei den stickstoffhaltigen zwei Elemente, die sich in die Elemente des Wassers theilen, wir haben darin zwei entgegengesetzte Verwandtschaften, die ihre Wirkung gegenseitig verstärken.

Wir wissen nun, daß wir im Stande sind, durch den Einfluß zweier Verwandtschaften die stärksten Anziehungen zu überwinden, wir bringen mit der größten Leichtigkeit eine Zersetzung der Thonerde hervor, wenn wir die Verwandtschaft der Kohle auf ihren Sauerstoff und die des Chlors auf das Aluminium in Thätigkeit setzen, eine Zersetzung, die mit jedem allein nicht bewirkt werden kann, und es ist mithin in der Natur und der Constitution der Stickstoffverbindungen selbst eine Art von Spannung der Bestandtheile, eine hervorstechende Neigung zu Metamorphosen gegeben, welche bei vielen eine von selbst erfolgende Umsetzung von dem Augenblick an bewirkt, wo sie mit Wasser oder mit den Elementen des Wassers in Berührung gebracht werden.

Das Verhalten der einfachsten aller stickstoffhaltigen Säuren, des Cyansäurehydrats, ist vielleicht am besten im Stande, eine bestimmte Vorstellung über diese Theilungsweise zu geben.

Diese Säure enthält Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff genau in den Verhältnissen, daß mit dem Hinzutreten einer gewissen Menge Wasser die Elemente dieses Wassers gerade hinreichen, sein Sauerstoff einerseits, um mit ihrem Kohlenstoff und Sauerstoff Kohlensäure, und sein Wasserstoff andererseits, um mit ihrem Stickstoff Ammoniak zu bilden.

Bei diesen Körpern vereinigen sich also die günstigsten Bedingungen, um die vollkommenste Metamorphose zu erleiden, und es ist wohl bekannt, daß diese Spaltung augenblicklich erfolgt, sobald die Cyansäure mit Wasser zusammengebracht wird; unter lebhaftem Aufbrausen verwandelt sie sich in Kohlensäure und Ammoniak.

Diese Zersetzung läßt sich als Typus aller Metamorphosen stickstoffhaltiger Körper betrachten, es ist die Fäulniß in ihrer reinsten und vollendetsten Form, denn die neuen Producte, Kohlensäure und Ammoniak, sind keiner weitern Metamorphose mehr fähig.

Eine ganz andere und weit verwickeltere Form nimmt aber die Fäulniß an, wenn die ersten Producte, welche gebildet werden, einer fortschreitenden Veränderung unterliegen; sie zerfällt in diesen Fällen in mehrere Perioden, bei denen es unmöglich ist, die Grenze zu bestimmen, wo die eine aufhört und die andere anfängt.

Die Metamorphose einer aus Kohlenstoff und Stickstoff bestehenden Verbindung, des Cyans, des einfachsten unter allen stickstoffhaltigen Körpern, giebt eine klare Vorstellung von der Mannichfaltigkeit der Producte, die hierbei auftreten

es ist die einzige Fäulniß einer stickstoffhaltigen Substanz
die einigermaßen untersucht ist.

Eine Auflösung von Cyan im Wasser trübt sich nach kur
zer Zeit und setzt eine schwarze oder braunschwarze
Materie ab, welche die Ammoniakverbindung eines Kö
pers ist, der durch eine einfache Vereinigung von Cyan
Wasser entsteht. Diese Substanz ist unlöslich im Wa
und entzieht sich durch ihren Zustand jeder weitern
änderung.

Eine zweite Metamorphose wird bedingt durch die
lung des Cyans in die Elemente des Wassers; es en
Cyansäure, indem sich eine gewisse Menge Cya
Sauerstoff verbindet, es bildet sich Blausäure,
eine andere Portion Cyan sich mit dem freiwerdende
serstoff vereinigt.

Eine dritte Metamorphose erfährt das Cyan, ind
vollkommene Spaltung der Elemente des Cyans
Theilung dieser Elemente in die Bestandtheile des
stattfindet. Oxalsäure auf der einen Seite, Am
auf der andern, sind die Producte dieser Spaltung
Cyansäure, deren Bildung so eben erwähnt w
kann in Berührung mit Wasser nicht bestehen;
sich im Momente ihrer Bildung, wie oben er
Kohlensäure und Ammoniak, die sich ne
Cyansäure entgeht aber dieser Zersetzung; indem
freigewordenen Ammoniak in Verbindung tri
Harnstoff.

Die Blausäure zersetzt sich ebenfalls in eine
Materie, welche Wasserstoff und Cyan, das letzt
größern Verhältnisse, als im gasförmigen, ent
Sie ist ihrer Zersetzung ebenfalls Oxalsäure, Harn

lensäure gebildet, und durch Spaltung ihres Radicals tritt Ameisensäure als neues Product auf.

Eine Substanz mithin, welche nur Kohlenstoff und Stickstoff enthält, liefert im Ganzen acht von einander durchaus verschiedene Producte.

Einige dieser Producte sind durch die Metamorphose des ursprünglichen Körpers, durch die Theilung seiner Elemente in die Bestandtheile des Wassers, andere in Folge einer weiteren Spaltung der ersteren entstanden.

Der Harnstoff, das kohlensaure Ammoniak sind durch die Verbindung von zwei der gebildeten Producte entstanden; an ihrer Bildung haben alle Elemente Antheil genommen.

Wie aus den eben angeführten Beispielen entnommen werden kann, umfassen die Zersetzungen durch Gährung oder Fäulniß in ihren Resultaten verschiedene Erscheinungen.

Es sind entweder Umsetzungen der Elemente einer complexen Verbindung zu neuen Verbindungen, welche mit oder ohne Hinzuziehung der Elemente des Wassers vor sich gehen.

In den neuen auf diese Weise gebildeten Producten findet man entweder genau das Verhältniß der Bestandtheile wieder, welche vor der Metamorphose in der Materie enthalten waren, oder man findet darin einen Ueberschuß, der in den Elementen des Wassers besteht, welche Antheil an der Theilung der Elemente genommen haben.

Oder es sind Umsetzungen zweier und mehrerer complexer Verbindungen, aus welchen die Elemente beider sich wechselsweise mit oder ohne Hinzutreten der Elemente des Wassers zu neuen Producten ordnen. Bei dieser Art von Metamorphosen enthalten also die neuen Producte die Summe der Bestandtheile aller Verbindungen, welche an der Zersetzung Antheil genommen haben.

nes Kohlenwasserstoffs auftreten, in welchem aller Wasserstoff enthalten ist.

Bei der Metamorphose von Alkoholdämpfen in mäßiger Glühhitze theilt sich der Kohlenstoff auf ähnliche Weise und es entsteht ein Oxyd einer Kohlenwasserstoffverbindung, die allen Sauerstoff enthält (Aldehyd), und gasförmige Kohlenwasserstoffverbindungen.

Bei diesen Metamorphosen durch Wärme sind, wie man sieht, keine fremden Verwandtschaften thätig, welche auf die Form und Zusammensetzung der neuen Producte einen Einfluß ausüben konnten; es sind die besonderen Anziehungen der Elemente allein im Spiele, die sich, je nach dem Grade ihrer Verwandtschaften, zu neuen Verbindungen ordnen, beständig und unveränderlich unter den Bedingungen, in welchen sie gebildet werden, sich auf's Neue umsetzend, wenn diese Bedingungen geändert werden. Vergleichen wir nun die Producte mit einander, zu denen zwei in ihrer Zusammensetzung ähnliche, aber in ihren Eigenschaften verschiedene Materien in zwei durch verschiedene Ursachen erfolgenden Metamorphosen Veranlassung geben, so finden wir, daß die Art der Umsetzung, die Spaltung und Theilung der Atome absolut die nämliche ist.

In den Metamorphosen des Holzes auf dem Boden von Sümpfen, die wir Fäulniß nennen, theilt sich sein Kohlenstoff in den Wasserstoff und Sauerstoff seiner eigenen Substanz und den des Wassers, neben reiner Kohlensäure entwickelt sich ein Kohlenwasserstoff, der eine der Kohlensäure ähnliche Zusammensetzung besitzt.

In der Metamorphose des Zuckers, die wir Gährung nennen, theilen sich seine Elemente in Kohlensäure, welche

$^2/_3$ von dem Sauerstoffe des Zuckers, und in Alkohol, der allen Wasserstoff enthält.

In der Metamorphose der Essigsäure durch Glühhitze entsteht Kohlensäure, welche $^2/_3$ von dem Sauerstoffe der Essigsäure, und Aceton, welches allen Wasserstoff enthält.

Man sieht leicht, daß die Elemente einer compleren Verbindung ihren speciellen Anziehungen überlassen (und dies geschieht bei jeder Störung in den Anziehungen der Elemente einer Verbindung, durch welche Ursache sie auch erfolgen mag), daß die Theilung dieser Elemente, ihre Umsetzung zu neuen Verbindungen stets nach einer und derselben Weise vor sich geht, mit dem einzigen Unterschiede jedoch, daß die Natur der gebildeten Producte stets abhängig bleibt von der Anzahl der Atome der Elemente, die in Action treten, daß also die Producte je nach der Zusammensetzung der Substanz in's Unendliche wechseln.

Metamorphosen stickstoffhaltiger Körper.

Wenn wir die Materien in's Auge fassen, welche die Eigenschaft, Metamorphosen, Gährung und Fäulniß zu bewirken, im vorzüglichsten Grade besitzen, so finden wir, daß es ohne Ausnahme solche sind, in deren Zusammensetzung der Stickstoff einen Bestandtheil ausmacht. Wir finden, daß in vielen derselben eine Umsetzung ihrer Elemente zu neuen Producten von selbst erfolgt, von dem Augenblicke an, wo sie aufhören, dem lebenden Organismus anzugehören, wo sie

also aus der Sphäre der Anziehung heraustreten, durch die allein sie zu bestehen vermögen.

Wir kennen zwar stickstofffreie Körper, die ebenfalls nur in Verbindung mit anderen einen gewissen Grad von Beständigkeit besitzen, die im isolirten Zustande also unbekannt sind, eben weil ihre Elemente, der Kraft entzogen, durch deren Wirkung ihre Elemente zusammengehalten sind, sich nach ihren eigenen Anziehungen ordnen; Uebermangansäure, Mangansäure, unterschweflige Säure sind schon als Verbindungen dieser Klasse bezeichnet worden, allein, wie bemerkt, diese Eigenschaft kommt nur wenigen stickstofffreien Verbindungen zu.

Ganz anders verhält es sich mit den stickstoffhaltigen Körpern; man kann sagen, daß in der eigenthümlichen Natur des Stickstoffs die Ursache der außerordentlichen Leichtigkeit gegeben ist, welche ihre eigene Zerstörung herbeiführt. Als das indifferenteste unter den bekannten Elementen zeigt er keine hervorstechende Anziehung zu irgend einem andern einfachen Körper, und diesen Charakter trägt der Stickstoff in alle Verbindungen über, die er einzugehen fähig ist, ein Charakter, der seine leichte Trennung von den Materien, mit denen er verbunden ist, erklärlich macht.

Nur wenn seine Quantität im Verhältnisse zu den Elementen, mit denen er verbunden ist, eine gewisse Grenze übersteigt, wie bei Melamin, Ammelin ꝛc. fangen die Stickstoffverbindungen an, eine gewisse Beständigkeit zu erhalten; sie verlieren ebenfalls bis zu einem gewissen Grade ihre Veränderlichkeit, wenn seine Quantität zu der Masse der Elemente, mit denen er verbunden ist, zu der Summe ihrer Anziehungen also, ein Minimum beträgt, wie bei den organischen Basen.

Wir sehen in den beiden Knallsilbern, dem Knallquecksilber, dem Jod- und Chlorstickstoff in den sogenannten fulminirenden Verbindungen diesen Charakter der leichten Umsetzung am entschiedensten hervortreten.

Alle anderen erhalten die nämliche Fähigkeit, sich zu zerlegen, wenn ihnen die Elemente des Wassers dargeboten werden, ja die meisten sind keiner Metamorphose fähig, wenn diese Bedingung ihrer Umsetzung ausgeschlossen ist.

Die veränderlichsten stickstoffhaltigen Substanzen, Theile von Organismen, gehen in trocknem Zustande nicht in Fäulniß über.

Aus den Resultaten der bekannten Metamorphosen stickstoffhaltiger Körper ergiebt sich nun, daß hierbei das Wasser nicht bloß als Medium dient, welches den sich umsetzenden Elementen Bewegung gestattet; es stellt sich klar daraus hervor, daß sie in Folge von chemischer Verwandtschaft vor sich gehen.

Fragen wir nun nach den Veränderungen, welche die stickstoffhaltigen Körper im Allgemeinen erleiden, wenn ihnen die Bestandtheile des Wassers unter Umständen dargeboten werden, wo ihre Zersetzung, gleichgültig durch welche Ursache, herbeigeführt wird, so ergiebt sich als eine Regel, die keine Ausnahme kennt, daß unter diesen Bedingungen der Stickstoff dieser Substanzen stets bei vollendeter Zersetzung als Ammoniak in Freiheit gesetzt wird. Alle stickstoffhaltigen organischen Materien entwickeln durch die Einwirkung von Alkalien allen Stickstoff in der Form von Ammoniak; Säuren und eine erhöhte Temperatur wirken auf die nämliche Weise; nur beim Mangel an Wasser oder seinen Elementen bilden sich Cyan und andere Stickstoffverbindungen.

Man kann hieraus entnehmen, daß das Ammoniak die

stärkste Stickstoffverbindung ist, daß Wasserstoff und Stickstoff zu einander einen Grad von Verwandtschaft besitzen, der die Anziehung des Stickstoffs zu allen übrigen übertrifft.

Bei den stickstofffreien Materien haben wir in der ausgezeichneten Verwandtschaft, welche der Kohlenstoff zum Sauerstoff besitzt, eine Ursache kennen gelernt, welche die Spaltung der Elemente eines compleren organischen Atoms nach einer bestimmten Weise herbeiführt; in den stickstoffhaltigen macht aber der Kohlenstoff einen nie fehlenden Bestandtheil aus, und in diesen kommt in der hervorstechenden Verwandtschaft des Stickstoffs zum Wasserstoff eine neue höchst kräftige Ursache einer leichteren Umsetzung der Bestandtheile hinzu.

Bei den stickstofffreien Körpern haben wir ein Element, bei den stickstoffhaltigen zwei Elemente, die sich in die Elemente des Wassers theilen, wir haben darin zwei entgegengesetzte Verwandtschaften, die ihre Wirkung gegenseitig verstärken.

Wir wissen nun, daß wir im Stande sind, durch den Einfluß zweier Verwandtschaften die stärksten Anziehungen zu überwinden, wir bringen mit der größten Leichtigkeit eine Zersetzung der Thonerde hervor, wenn wir die Verwandtschaft der Kohle auf ihren Sauerstoff und die des Chlors auf das Aluminium in Thätigkeit setzen, eine Zersetzung, die mit jedem allein nicht bewirkt werden kann, und es ist mithin in der Natur und der Constitution der Stickstoffverbindungen selbst eine Art von Spannung der Bestandtheile, eine hervorstechende Neigung zu Metamorphosen gegeben, welche bei vielen eine von selbst erfolgende Umsetzung von dem Augenblick an bewirkt, wo sie mit Wasser oder mit den Elementen des Wassers in Berührung gebracht werden.

Das Verhalten der einfachsten aller stickstoffhaltigen Säuren, des Cyansäurehydrats, ist vielleicht am besten im Stande, eine bestimmte Vorstellung über diese Theilungsweise zu geben.

Diese Säure enthält Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff genau in den Verhältnissen, daß mit dem Hinzutreten einer gewissen Menge Wasser die Elemente dieses Wassers gerade hinreichen, sein Sauerstoff einerseits, um mit ihrem Kohlenstoff und Sauerstoff Kohlensäure, und sein Wasserstoff andererseits, um mit ihrem Stickstoff Ammoniak zu bilden.

Bei diesen Körpern vereinigen sich also die günstigsten Bedingungen, um die vollkommenste Metamorphose zu erleiden, und es ist wohl bekannt, daß diese Spaltung augenblicklich erfolgt, sobald die Cyansäure mit Wasser zusammengebracht wird; unter lebhaftem Aufbrausen verwandelt sie sich in Kohlensäure und Ammoniak.

Diese Zersetzung läßt sich als Typus aller Metamorphosen stickstoffhaltiger Körper betrachten, es ist die Fäulniß in ihrer reinsten und vollendetsten Form, denn die neuen Producte, Kohlensäure und Ammoniak, sind keiner weitern Metamorphose mehr fähig.

Eine ganz andere und weit verwickeltere Form nimmt aber die Fäulniß an, wenn die ersten Producte, welche gebildet werden, einer fortschreitenden Veränderung unterliegen; sie zerfällt in diesen Fällen in mehrere Perioden, bei denen es unmöglich ist, die Grenze zu bestimmen, wo die eine aufhört und die andere anfängt.

Die Metamorphose einer aus Kohlenstoff und Stickstoff bestehenden Verbindung, des Cyans, des einfachsten unter allen stickstoffhaltigen Körpern, giebt eine klare Vorstellung von der Mannichfaltigkeit der Producte, die hierbei auftreten

es ist die einzige Fäulniß einer stickstoffhaltigen Substanz, die einigermaßen untersucht ist.

Eine Auflösung von Cyan im Wasser trübt sich nach kurzer Zeit und setzt eine schwarze oder braunschwarze Materie ab, welche die Ammoniakverbindung eines Körpers ist, der durch eine einfache Vereinigung von Cyan mit Wasser entsteht. Diese Substanz ist unlöslich im Wasser und entzieht sich durch ihren Zustand jeder weitern Veränderung.

Eine zweite Metamorphose wird bedingt durch die Theilung des Cyans in die Elemente des Wassers; es entsteht Cyansäure, indem sich eine gewisse Menge Cyan mit Sauerstoff verbindet, es bildet sich Blausäure, indem eine andere Portion Cyan sich mit dem freiwerdenden Wasserstoff vereinigt.

Eine dritte Metamorphose erfährt das Cyan, indem eine vollkommene Spaltung der Elemente des Cyans und eine Theilung dieser Elemente in die Bestandtheile des Wassers stattfindet. Oxalsäure auf der einen Seite, Ammoniak auf der andern, sind die Producte dieser Spaltung.

Cyansäure, deren Bildung so eben erwähnt worden ist, kann in Berührung mit Wasser nicht bestehen; sie zersetzt sich im Momente ihrer Bildung, wie oben erwähnt, in Kohlensäure und Ammoniak, die sich neu bildende Cyansäure entgeht aber dieser Zersetzung; indem sie mit dem freigewordenen Ammoniak in Verbindung tritt, entsteht Harnstoff.

Die Blausäure zersetzt sich ebenfalls in eine braune Materie, welche Wasserstoff und Cyan, das letztere in einem größern Verhältnisse, als im gasförmigen, enthält; es wird bei ihrer Zersetzung ebenfalls Oxalsäure, Harnstoff und Koh-

lensäure gebildet, und durch Spaltung ihres Radicals tritt Ameisensäure als neues Product auf.

Eine Substanz mithin, welche nur Kohlenstoff und Stickstoff enthält, liefert im Ganzen acht von einander durchaus verschiedene Producte.

Einige dieser Producte sind durch die Metamorphose des ursprünglichen Körpers, durch die Theilung seiner Elemente in die Bestandtheile des Wassers, andere in Folge einer weiteren Spaltung der ersteren entstanden.

Der Harnstoff, das kohlensaure Ammoniak sind durch die Verbindung von zwei der gebildeten Producte entstanden; an ihrer Bildung haben alle Elemente Antheil genommen.

Wie aus den eben angeführten Beispielen entnommen werden kann, umfassen die Zersetzungen durch Gährung oder Fäulniß in ihren Resultaten verschiedene Erscheinungen.

Es sind entweder Umsetzungen der Elemente einer complexen Verbindung zu neuen Verbindungen, welche mit oder ohne Hinzuziehung der Elemente des Wassers vor sich gehen.

In den neuen auf diese Weise gebildeten Producten findet man entweder genau das Verhältniß der Bestandtheile wieder, welche vor der Metamorphose in der Materie enthalten waren, oder man findet darin einen Ueberschuß, der in den Elementen des Wassers besteht, welche Antheil an der Theilung der Elemente genommen haben.

Oder es sind Umsetzungen zweier und mehrerer complexer Verbindungen, aus welchen die Elemente beider sich wechselsweise mit oder ohne Hinzutreten der Elemente des Wassers zu neuen Producten ordnen: Bei dieser Art von Metamorphosen enthalten also die neuen Producte die Summe der Bestandtheile aller Verbindungen, welche an der Zersetzung Antheil genommen haben.

Die erstere Zersetzungsweise charakterisirt die eigentliche Gährung, die andere die sogenannte Fäulniß. Wir werden in dem Folgenden diese Bezeichnungsweise stets nur für die beiden in ihren Erfolgen sich wesentlich von einander unterscheidenden Metamorphosen beibehalten.

Gährung des Zuckers.

Die eigenthümliche Zersetzung, welche der Zucker erfährt, läßt sich als der Typus aller der Metamorphosen betrachten, welche mit Gährung bezeichnet werden *).

Die Analyse des Rohrzuckers hat auf eine unzweifelhafte Weise ergeben, daß er die Elemente von Kohlensäure und Alkohol, minus 1 Atom Wasser enthält.

*) Wenn in eine mit Quecksilber gefüllte graduirte Glocke 1 Cubikcentimeter mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührte Bierhefe und 10 Gramme einer Rohrzuckerlösung gebracht wird, die 1 Gramm reinen Zucker enthält, so findet man in der Glocke nach 24 Stunden, wenn das Ganze einer Temperatur von 20—25° ausgesetzt gewesen ist, ein Volumen Kohlensäure, welches bei 0° und 0,76 Meter B. 245—250 CC. entspricht. Rechnet man hierzu 11 CC. Kohlensäure, womit die 11 Grm. Flüssigkeit sich gesättigt finden, so hat man mithin im Ganzen 255—259 CC. Kohlensäure erhalten; dieses Volumen Kohlensäure entspricht aber 0,503 bis 0,5127 Grm. dem Gewichte nach. Thénard erhielt ferner von 101 Grm. Rohrzucker 0,5262 absoluten Alkohol. 100 Th. Rohrzucker liefern also im Ganzen 103,89 Th. an Kohlensäure und Alkohol zusammengenommen. In diesen beiden Producten sind aber 42 Theile Kohlenstoff enthalten, und dies ist genau die Menge, welche ursprünglich in dem Zucker enthalten war.

Aus den Producten seiner Gährung ergiebt sich, daß der Alkohol und die Kohlensäure zusammen 1 Atom Sauerstoff und 2 Atome Wasserstoff, die Elemente also von 1 Atom Wasser mehr enthalten als der Zucker, und dies erklärt auf die befriedigendste Weise, woher der Gewichtsüberschuß an den erhaltenen Producten kommt, es haben die Elemente von 1 Atom Wasser Antheil genommen an der Metamorphose des Zuckers.

Dem Verhältnisse nach, in welchem sich der Rohrzucker mit Aequivalenten von Basen verbindet, sowie aus der Zusammensetzung seines Oxydationsproducts, der Zuckersäure, weiß man, daß 1 Atom Zucker 12 Aequivalente oder Atome Kohlenstoff enthält.

Keins von diesen Kohlenstoffatomen ist darin in der Form von Kohlensäure enthalten, denn man erhält diese ganze Quantität Kohlenstoff als Oxalsäure wieder, wenn man den Zucker mit übermangansaurem Kali behandelt. Oxalsäure wird aber als eine niedere, die Kohlensäure als die höchste Oxydationsstufe des Kohlenstoffs betrachtet, und es ist unmöglich, durch einen der kräftigsten Oxydationsprocesse, wie durch Behandlung mit übermangansaurem Kali, ein niederes Oxyd aus einem höheren entstehen zu machen.

Der Wasserstoff des Zuckers ist in diesem Körper nicht in der Form von Alkohol vorhanden, denn durch Behandlung mit Säuren, namentlich mit einer sauerstofffreien, der Salzsäure, wird der Zucker in Wasser und eine moderartige Kohle zersetzt, und man weiß, daß keine Alkoholverbindung eine solche Zersetzung durch Salzsäure erfährt.

Der Zucker enthält mithin weder fertig gebildete Kohlensäure noch Alkohol; diese Körper sind in Folge einer Spal-

tung seines eigenen Atoms, mit Zuziehung der Elemente des Wassers, gebildet worden.

Bei dieser Metamorphose des Zuckers findet man also in den Producten keinen Bestandtheil der Substanz, durch deren Berührung seine Zersetzung herbeigeführt wurde. Der nämliche Zucker, welcher mit Hefe in Alkohol und Kohlensäure zerfällt, zerlegt sich bei Berührung mit faulendem weißen Käse in Buttersäure unter Entwickelung von Wasserstoffgas (Pelouze und Gelis).

Nehmen wir jetzt nun einen Pflanzensaft, welcher reich ist an Zucker, und der neben diesem Bestandtheile noch andere Materien, vegetabilisches Eiweiß, Kleber ꝛc. enthält, wie z. B. den Saft von gelben Möhren, Runkelrüben, Zwiebeln ꝛc., überlassen wir ihn mit Bierhefe der gewöhnlichen Temperatur, so geräth er in Gährung, wie das Zuckerwasser; es entweicht unter Aufbrausen Kohlensäure, und in der rückständigen Flüssigkeit findet man eine dem Zuckergehalte entsprechende Menge Alkohol; überlassen wir ihn sich selbst bei einer Temperatur von 35—40°, so geräth er ebenfalls in Gährung, es entwickeln sich Gase in beträchtlicher Menge, welche von einem unangenehmen Geruche begleitet sind, und wenn die Flüssigkeit nach vollendeter Zersetzung untersucht wird, so findet man darin nur Spuren von Alkohol. Der Zucker ist verschwunden und mit dem Zucker alle vorher in dem Safte enthaltenen stickstoffhaltigen Körper. Beide haben sich gleichzeitig mit und neben einander zersetzt; der Stickstoff der stickstoffhaltigen Substanzen findet sich in der Flüssigkeit als Ammoniak wieder und neben dem Ammoniak drei neue Producte, welche aus den Bestandtheilen des Pflanzensaftes erzeugt worden sind. Die eine ist eine wenig flüchtige stickstofffreie Säure, die Milchsäure, die andere ist der krystalli-

nische Körper, der den Hauptbestandtheil der Manna ausmacht, und die dritte ist eine feste, dem arabischen Gummi ähnliche Masse, welche mit Wasser einen dicken, zähen Schleim bildet. Die drei Producte zusammen wiegen, ohne das Gewicht der gasförmigen Producte zu rechnen, mehr, als der im Saft enthaltene Zucker; sie sind also nicht aus den Elementen des Zuckers allein entstanden; keins von den dreien war vor dieser Metamorphose in dem Safte zu entdecken, sie sind also durch eine Umsetzung der Bestandtheile des Zuckers mit denen der fremden Substanzen gebildet worden, und dieses Ineinandergreifen von zwei und mehreren Metamorphosen ist es, was wir die eigentliche Fäulniß nennen.

Hefe, Ferment.

Wendet man seine Aufmerksamkeit den Materien zu, durch welche Gährung und Fäulniß in anderen Körpern erregt werden, so findet man bei genauem Beachten ihres Verhaltens und ihrer Verbindungsweise, daß sie ohne Ausnahmen Substanzen sind, deren eigene Elemente sich im Zustande der Umsetzung befinden.

Betrachten wir zuvörderst die merkwürdige Materie, die sich aus gährendem Biere, Wein und Pflanzensäften in unlöslichem Zustande absetzt, und die den Namen Ferment, Gährungsstoff, von ihrem ausgezeichneten Vermögen erhalten hat, Zucker und süße Pflanzensäfte in Gährung zu

verſetzen, ſo beobachten wir, daß das Ferment ſich in jeder Hinſicht wie ein in Fäulniß und Verweſung begriffener ſtickſtoffhaltiger Körper verhält.

Das Ferment verwandelt den Sauerſtoff der umgebenden Luft in Kohlenſäure und entwickelt noch Kohlenſäure aus ſeiner eigenen Maſſe (Colin), unter Waſſer fährt es fort, Kohlenſäure und übelriechende Gaſe zu entwickeln (Thénard), und iſt zuletzt in eine dem alten Käſe ähnliche Maſſe verwandelt (Prouſt); ſeine Fähigkeit, Gährung zu erregen, iſt mit Vollendung dieſer Fäulniß verſchwunden.

Zur Erhaltung der Eigenſchaften des Ferments iſt die Gegenwart von Waſſer eine Bedingung; ſchon durch bloßes Auspreſſen wird ſeine Fähigkeit, Gährung zu erregen, verringert, durch Austrocknen wird ſie vernichtet; ſie wird gänzlich aufgehoben durch Siedhitze, Alkohol, Kochſalz, ein Uebermaß von Zucker, Queckſilberoxyd, Sublimat, Holzeſſig, ſchweflige Säure, ſalpeterſaures Silberoxyd, ätheriſche Oele, durch lauter Subſtanzen alſo, welche der Fäulniß entgegenwirken.

Der unlösliche Körper, den man Ferment nennt, bewirkt die Gährung nicht. Wird die Bier- oder Weinhefe mit ausgekochtem kalten deſtillirten Waſſer ſorgfältig ausgewaſchen mit der Vorſicht, daß die Subſtanz ſtets mit Waſſer bedeckt bleibt, ſo bringt der Rückſtand die Gährung in Zuckerwaſſer nicht mehr hervor.

Der lösliche Theil des Ferments bewirkt die Gährung ebenfalls nicht. Ein in der Wärme bereiteter klarer wäſſeriger Aufguß von Ferment kann mit Zuckerwaſſer in einem verſchloſſenen Gefäße zuſammengebracht werden, ohne das mindeſte Zeichen von Zerſetzung hervorzubringen. Wo iſt nun, kann man fragen, der Stoff oder die

Materie, wo ist der Erreger der Gährung in dem Ferment, wenn die unlöslichen und löslichen Bestandtheile des Ferments diese Zersetzung nicht hervorzubringen vermögen? Dies ist von Colin auf die entschiedenste Weise beantwortet worden; sie wird durch den aufgelöst'en Stoff bewirkt, wenn der wässerige Aufguß an der Luft erkaltet und eine Zeitlang mit der Luft in Berührung gelassen war; in diesem Zustande mit Zuckerwasser zusammengebracht, bringt er eine lebhafte Gährung hervor; ohne zuvor der Luft ausgesetzt gewesen zu sein, tritt keine Gährung ein.

Bei dem Contact mit der Luft erfolgt aber eine Absorption des Sauerstoffs, und man findet in dem Aufguß nach einiger Zeit freie Kohlensäure.

Die Hefe bringt mithin Gährung hervor in Folge einer fortschreitenden Zersetzung, die sie bei Gegenwart von Luft in Berührung mit Wasser erleidet.

Untersuchen wir ferner, ob und welche Veränderung mit der Hefe vor sich geht, wenn sie in Berührung war mit Zuckerwasser, in welchem die Metamorphose des Zuckers vollendet ist, so zeigt sich, daß mit der Verwandlung des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol ein Verschwinden des Ferments verknüpft ist.

Von 20 Th. frischer Bierhefe und 100 Th. Zucker erhielt Thénard nach vollendeter Gährung 13,7 unlöslichen Rückstand, der sich mit neuem Zuckerwasser, auf dieselbe Weise angewendet, auf 10 Theile verminderte; diese 10 Theile waren weiß, besaßen die Eigenschaften der Holzfaser und verhielten sich völlig wirkungslos gegen frisches Zuckerwasser.

Er ergiebt sich hieraus auf eine unzweifelhafte Weise, daß bei der Gährung des reinen Zuckers mit Ferment beide neben einander eine Zersetzung erleiden, in deren Folge sie

beide verſchwinden. Wenn das Ferment nun ein Körper iſt, der ſich im Zuſtande der Fäulniß befindet, und Gährung in Folge ſeiner eigenen Zerſetzung erregt, ſo müſſen alle Materien, die ſich in dem nämlichen Zuſtande befinden, auf den Zucker eine gleiche Wirkung haben.

Dies iſt in der That der Fall. Faulendes Muskelfleiſch, Urin, Hauſenblaſe, Osmazom, Eiweiß, Käſe, Gliadin, Kleber, Legumin, Blut bringen, in Zuckerwaſſer gebracht, die Fäulniß des Zuckers (Gährung) hervor, ja das Ferment ſelbſt, was durch anhaltendes Auswaſchen ſeine Fähigkeit, Gährung zu erregen, gänzlich verloren hat, erhält ſie wieder, wenn es, an einem warmen Orte ſich ſelbſt überlaſſen, in Fäulniß übergegangen iſt.

Das Ferment, die faulenden thieriſchen und vegetabiliſchen Materien, indem ſie in anderen Körpern den Zuſtand der Zerſetzung herbeiführen, den ſie ſelbſt erleiden, wirken mithin wie das Waſſerſtoffhyperoxyd auf Silberoxyd; die Störung in der Anziehung ſeiner Beſtandtheile, welche ſeine eigene Zerſetzung herbeiführt, der Act ſeiner Zerſetzung bewirkt eine Störung in der Anziehung der Beſtandtheile des Silberoxyds; indem das eine zerſetzt wird, erfolgt eine ähnliche Zerſetzung des andern Körpers.

Das Waſſerſtoffhyperoxyd in Berührung mit feuchtem Blutfibrin, mit einem thieriſchen Stoffe, der ſich unausgeſetzt im Zuſtande der Veränderung befindet, erleidet eine raſche Zerſetzung; unter lebhaftem Aufbrauſen entwickelt ſich aller Sauerſtoff, den es mehr als das Waſſer enthält.

Beachten wir nun, um zu gewiſſen Anwendungen zu kommen, den Verlauf der Gährung des reinen Zuckers mit Ferment, ſo beobachten wir zwei Fälle, die ſtets wiederkehren. Iſt die Menge des Ferments im Verhältniß zu dem vor-

handenen Zucker zu gering, so ist seine Fäulniß früher beendigt, als die Metamorphose des Zuckers; es bleibt Zucker unzersetzt, insofern die Ursache seiner Metamorphose, nämlich die Berührung mit einem in Zersetzung begriffenen Körper, fehlt.

Ist die Menge des Ferments vorwaltend, so bleibt, indem seine Unlöslichkeit im Wasser an und für sich eine langsamere Zersetzung bedingt, eine gewisse Menge in Zersetzung begriffen zurück. Diese in frisches Zuckerwasser gebracht fährt fort, wieder Gährung zu erregen, bis sie selbst alle Perioden ihrer eigenen Metamorphose durchlaufen hat.

Eine gewisse Menge Hefe ist also erforderlich, um eine bestimmte Portion Zucker zur Vollendung seiner Metamorphose zu bringen, aber ihre Wirkung ist keine Massenwirkung, sondern ihr Einfluß beschränkt sich lediglich auf die in ihr selbst vor sich gehende Veränderung und auf ihr Vorhandensein bis zu dem Endpunkte hin, wo das letzte Atom Zucker sich zersetzt hat.

Aus den dargelegten Thatsachen und Beobachtungen ergiebt sich demnach für die Chemie die Existenz einer neuen Ursache, welche Verbindungen und Zersetzungen bewirkt, und diese Ursache ist die Thätigkeit, welche ein in Zersetzung oder Verbindung begriffener Körper auf Materien ausübt, in denen die Bestandtheile nur durch eine schwache Verwandtschaft zusammengehalten sind; diese Thätigkeit wirkt ähnlich einer eigenthümlichen Kraft, deren Träger ein in Verbindung oder Zersetzung begriffener Körper ist, eine Kraft, die sich über die Sphäre seiner Anziehungen hinaus erstreckt.

Ueber eine Menge bekannter Erscheinungen kann man sich jetzt genügende Rechenschaft geben.

Aus frischem Pferdeharn erhält man beim Zusatz von

Salzsäure eine reichliche Menge Hippursäure; läßt man den Harn in Fäulniß übergehen, so läßt sich keine Spur mehr davon entdecken. Menschenharn enthält eine beträchtliche Quantität Harnstoff; in gefaultem Harn ist aller Harnstoff verschwunden. Harnstoff, den man einer gährenden Zuckerlösung zugesetzt hat, zerlegt sich in Kohlensäure und Ammoniak; in einem gegohrenen Auszuge von Spargeln, Althäwurzeln ist kein Asparagin mehr vorhanden.

Es ist früher berührt worden, daß in der überwiegenden Verwandtschaft des Stickstoffs zu dem Wasserstoffe, sowie in der ausgezeichneten Verwandtschaft des Kohlenstoffs zum Sauerstoff, in ihrem entgegengesetzten Streben also, sich der Elemente des Wassers zu bemächtigen, in allen Stickstoffverbindungen eine vorzugsweise leichte Spaltung ihrer Elemente gegeben ist, und wenn wir finden, daß kein stickstofffreier Körper in reinem Zustande die Eigenschaft besitzt, sich in Berührung mit Wasser von selbst zu zerlegen, so liegt es in der Natur der Stickstoffverbindungen, und weil sie gewissermaßen höher organisirte Atome darstellen, daß ihnen vor allen diese Fähigkeit zukommt.

Wir finden in der That, daß jeder stickstoffhaltige Bestandtheil des thierischen oder vegetabilischen Organismus sich selbst bei Gegenwart von Wasser und einer höheren Temperatur überlassen in Fäulniß übergeht.

Die stickstoffhaltigen Materien sind demnach ausschließlich die Erreger von Gährung und Fäulniß bei vegetabilischen Substanzen.

Die Fäulniß gehört in ihren Erfolgen, als eine in einander greifende Metamorphose verschiedener Substanzen, zu den mächtigsten Desoxydationsprocessen, durch welche die stärksten Verwandtschaften überwunden werden.

Eine Auflösung von Gyps in Wasser, die man mit einer Abkochung von Sägespänen oder irgend einer der Fäulniß fähigen organischen Materie in einem verschlossenen Gefäße sich selbst überläßt, enthält nach einiger Zeit keine Schwefelsäure mehr, an ihrer Stelle findet man Kohlensäure und freie Schwefelwasserstoffsäure, die sich in dem vorhandenen Kalk theilen. In stehenden Wassern, welche schwefelsaure Salze enthalten, beobachtet man an den verfaulenden Wurzelfasern die Bildung von krystallisirtem Schwefelkies.

Man weiß nun, daß unter Wasser, also beim Abschluß der Luft, faulendes Holz sich in der Weise zerlegt, daß sich ein Theil seines Kohlenstoffs mit seinem eigenen und dem Sauerstoff des Wassers zu Kohlensäure verbindet, während sein Wasserstoff und der Wasserstoff des zersetzten Wassers als reines Wasserstoffgas oder als Sumpfgas in Freiheit gesetzt werden.

Es ist nun klar, daß wenn das Wasser eine an Sauerstoff reiche Materie enthält, wie Schwefelsäure z. B., so wird von der faulenden Materie dieser Sauerstoff mit dem des Wassers zur Bildung von Kohlensäure in Anspruch genommen werden, und aus dem gleichzeitig frei gewordenen Schwefel und dem Wasserstoffgase, die sich im Entstehungsmomente verbinden, entsteht Schwefelwasserstoffsäure, die sich mit den vorhandenen Metalloxyden zu Schwefelmetallen umsetzt.

Die gefaulten Blätter der Waidpflanze, in Berührung mit blauem Indigo und Alkali, bei Gegenwart von Wasser, gehen in eine weitere Zersetzung über, deren Resultat, eine Desoxydation des Indigo, seine Auflösung ist.

Vergleicht man die Zusammensetzung des Mannits,

welcher durch Fäulniß von zuckerhaltigen Rüben und anderen Pflanzensäften gebildet wird, mit der des Traubenzuckers, so findet man, daß er die nämliche Anzahl von Atomen Kohlenstoff und Wasserstoff, aber zwei Atome Sauerstoff weniger enthält, als der Traubenzucker; es ist außerordentlich wahrscheinlich, daß seine Entstehung auf eine ähnliche Weise aus dem Traubenzucker gefolgert werden muß, wie die Verwandlung des blauen Indigo in desoxydirten weißen Indigo.

Bei der Fäulniß des Klebers entwickelt sich kohlensaures Gas und reines Wasserstoffgas, es entsteht phosphorsaures, essigsaures, käsesaures, milchsaures Ammoniak in solcher Menge, daß die weitere Zersetzung aufhört; wird das Wasser erneuert, so geht die Zersetzung weiter, außer jenen Salzen entsteht kohlensaures Ammoniak, eine weiße, glimmerähnliche krystallinische Materie (Käseoxyd), Schwefelammonium und eine durch Chlor gerinnende schleimige Substanz. Als ein selten fehlendes Product der Fäulniß organischer Körper tritt im Besondern die Milchsäure auf.

Wenn man, von diesen Erscheinungen ausgehend, die Gährung und Fäulniß mit der Zersetzung vergleicht, welche die organischen Verbindungen durch den Einfluß höherer Temperaturen erfahren, so erscheint die trockene Destillation als ein Verbrennungsproceß in dem Innern einer Materie von einem Theile ihres Kohlenstoffs, auf Kosten von allem oder einem Theile ihres eigenen Sauerstoffs, in dessen Folge wasserstoffreiche andere Verbindungen gebildet werden. Die Gährung stellt sich dar als eine Verbrennung derselben Art, die bei einer, die gewöhnliche nur wenig überschreitenden Temperatur im Innern einer Flüssigkeit zwischen den Ele-

menten einer und derſelben Materie vor ſich geht, und die Fäulniß als Oxydationsproceß, an dem der Sauerſtoff aller vorhandenen Materien Antheil nimmt.

Verweſung.

In der organiſchen Natur begegnen wir neben den Zerſetzungsproceſſen, die mit Gährung und Fäulniß bezeichnet werden, einer nicht minder umfaſſenden Klaſſe von Veränderungen, die ſie durch den Einfluß der Luft erfahren; es iſt dies der Act der allmäligen Verbindung ihrer verbrennlichen Elemente mit dem Sauerſtoff der Luft, eine langſame Verbrennung, die den Namen Verweſung erhalten hat.

Zu dieſer Klaſſe gehört die Verwandlung des Holzes in Humus, die Eſſigſäurebildung aus Alkohol, die Salpeterbildung und zahlloſe andere Vorgänge.

Pflanzenſäfte irgend einer Art, mit Waſſer durchdrungene Theile thieriſcher und vegetabiliſcher Subſtanzen, feuchte Sägeſpäne, Blut ꝛc. können mit der Luft nicht in Berührung gebracht werden, ohne von dem Augenblicke an eine fortſchreitende Veränderung der Farbe und Eigenſchaften zu erfahren, von welcher ſtets eine Aufnahme des Sauerſtoffs der Luft als die erſte Urſache ſich zu erkennen giebt.

Dieſe Veränderung findet beim Abſchluß alles Waſſers und bei ſeinem Gefrierpunkte nicht Statt, und man beobachtet, daß bei verſchiedenen Körpern verſchiedene Wärmegrade erforderlich ſind, um die Sauerſtoffaufnahme und ihr zufolge Verweſung zu bewirken.

In dem ausgezeichnetsten Grade gehört diese Fähigkeit den stickstoffhaltigen Substanzen an.

Dampft man Pflanzensäfte beim Zutritt der Luft in gelinder Wärme ab, so schlägt sich als Product der Einwirkung des Sauerstoffs eine braune oder braunschwarze Substanz nieder, die bei allen Pflanzensäften von ähnlicher Beschaffenheit zu sein scheint; sie wird mit dem Namen Extractivstoff bezeichnet, sie ist im Wasser schwer- oder unlöslich, und wird von Alkalien leicht aufgenommen.

Durch die Einwirkung der Luft auf feste thierische oder vegetabilische Gebilde entsteht eine ähnliche pulverige braunschwarze Substanz, die man Humus (Terreau) nennt.

Die Bedingungen zur Einleitung der Verwesung sind von der mannichfaltigsten Art; viele und namentlich gemischte organische Materien verbinden sich an der Luft beim bloßen Befeuchten mit Wasser, andere beim Zusammenbringen von Alkalien, und die meisten gehen in den Zustand der langsamen Verbrennung über, wenn sie mit anderen verwesenden Materien in Berührung gebracht werden.

Die Verwesung einer organischen Materie kann durch alle Substanzen aufgehoben oder gehindert werden, welche der Fäulniß oder Gährung entgegenwirken; Mineralsäuren, Quecksilbersalze, aromatische Substanzen, brenzliche Oele, Terpentinöl besitzen in dieser Beziehung einerlei Wirkung; die letzteren verhalten sich gegen verwesende Körper wie gegen Phosphorwasserstoffgas, dessen Selbstentzündlichkeit sie vernichten.

Viele Materien, welche, für sich oder mit Wasser befeuchtet, nicht in den Zustand der Verwesung übergehen, gehen bei Berührung mit einem Alkali einer langsamen Verbrennung entgegen.

Die Gallussäure, das Hämatin und viele andere Stoffe lassen sich in ihrer wässerigen Lösung unverändert aufbewahren, die kleinste Menge freies Alkali ertheilt aber diesen Materien die Fähigkeit, Sauerstoff anzuziehen und sich, häufig unter Entwickelung von Kohlensäure, in braune humusähnliche Substanzen zu verwandeln (Chevreul).

Die merkwürdigste Art der Verwesung stellt sich bei vielen vegetabilischen Substanzen ein, wenn sie mit Ammoniak und Wasser der Luft ausgesetzt werden; ohne Entwickelung von Kohlensäure stellt sich eine rasche Sauerstoffaufnahme ein, es entstehen, wie beim Orcin, Erythrin und anderen, prachtvoll violet oder roth gefärbte Flüssigkeiten, welche jetzt eine stickstoffhaltige Substanz enthalten, in welcher der Stickstoff nicht in der Form von Ammoniak enthalten ist.

Bei allen diesen Vorgängen hat sich herausgestellt, daß die Einwirkung des Sauerstoffs sich nur selten auf den Kohlenstoff der Materien erstreckt, was der Verbrennung in höheren Temperaturen vollkommen entspricht.

Man weiß z. B., daß, wenn zu einer verbrennenden Kohlenwasserstoff-Verbindung nicht mehr Sauerstoff zugelassen wird, als gerade hinreicht, um den Wasserstoff zu oxydiren, daß in diesem Falle kein Kohlenstoff verbrennt, sondern als Kienruß abgeschieden wird; ist die hinzutretende Sauerstoffmenge noch geringer, so werden die wasserstoffreichen Kohlenwasserstoffverbindungen in wasserstoffarme, in Naphtalin und andere ähnliche, zurückgeführt.

Wir haben kein Beispiel, daß sich Kohlenstoff direct bei gewöhnlicher Temperatur mit Sauerstoff verbindet, aber zahllose Erfahrungen, daß der Wasserstoff in gewissen Zuständen der Verdichtung diese Eigenschaft besitzt. Geglühter Kienruß bildet, in Sauerstoffgas aufbewahrt, keine Kohlensäure; mit

waſſerſtoffreichen Oelen getränkter Kienruß erwärmt ſich in der Luft und entzündet ſich von ſelbſt, und mit Recht hat man die Selbſtentzündlichkeit der zur Pulverfabrication dienenden waſſerſtoffreichen Kohle gerade dieſem Waſſerſtoffgehalte zugeſchrieben, denn während des Pulveriſirens dieſer Kohle findet man in der umgebenden Luft keine Spur Kohlenſäure; ſie tritt nicht eher auf, als bis die Temperatur der Maſſe die Glühhitze erreicht hat. Die Wärme ſelbſt, welche das Glühendwerden, die Entzündung bedingt, iſt mithin nicht durch die Oxydation des Kohlenſtoffs gebildet worden.

Man kann die verweſenden Materien in zwei Klaſſen trennen; in Subſtanzen, welche ſich mit dem Sauerſtoff der Luft verbinden, ohne Kohlenſäure zu entwickeln, und in andere, bei denen die Abſorption des Sauerſtoffs begleitet iſt von einer Abſcheidung von Kohlenſäure.

Bittermandelöl, der atmoſphäriſchen Luft ausgeſetzt, verwandelt ſich in Benzoëſäure durch Aufnahme von 2 Atomen Sauerſtoff; man weiß, daß die Hälfte davon an den Waſſerſtoff des Oels tritt und damit Waſſer bildet, was in Verbindung bleibt mit der entſtandenen waſſerfreien Benzoëſäure.

Nach den Erfahrungen von Döbereiner abſorbiren 100 Th. Pyrogallusſäure bei Gegenwart von Ammoniak und Waſſer 38,09 Th. Sauerſtoff; ſie wird in eine moderartige Subſtanz verwandelt, die weniger Sauerſtoff als vorher enthält. Es iſt klar, daß das entſtandene Product kein höheres Oxyd iſt, und wenn man die Menge des aufgenommenen Sauerſtoffs mit ihrem Waſſerſtoffgehalt vergleicht, ſo ergiebt ſich, daß derſelbe genau hinreicht, um mit dieſem Waſſerſtoff Waſſer zu bilden.

Bei der Bildung des blutrothen Orceins aus farbloſem Orcin, was man bei Gegenwart von Ammoniak in Berührung

ließ mit Sauerſtoff, geht durch die Aufnahme von Sauerſtoff mit den Elementen beider Subſtanzen, dem Ammoniak und dem Orcin keine andere Veränderung vor ſich, als die Abſcheidung von Waſſer. 1 Aeq. Orcin $C_{16}H_{22}O_7$ und 1 Aeq. Ammoniak N_2H_6 nehmen 5 Aeq. Sauerſtoff auf, und es trennen ſich 5 Aeq. Waſſer, indem Orcein $C_{16}H_{18}O_7N_2$ gebildet wird (Dumas). Hier iſt alſo offenbar der aufgenommene Sauerſtoff ausſchließlich an den Waſſerſtoff getreten.

So wahrſcheinlich es nun auch erſcheint, daß bei der Verweſung organiſcher Materien die Wirkung des Sauerſtoffs ſich zuerſt und vorzugsweiſe auf das verbrennlichſte Element, den Waſſerſtoff, erſtreckt, ſo läßt ſich daraus nicht ſchließen, daß dem Kohlenſtoffe abſolut die Fähigkeit mangele, ſich mit Sauerſtoff zu verbinden, wenn jedes Theilchen davon in Berührung iſt mit Waſſerſtoff, der ſich leichter damit verbindet.

Wir wiſſen im Gegentheil, daß der Stickſtoff, welcher direct mit Sauerſtoff nicht verbunden werden kann, ſich zu Salpeterſäure oxydirt, wenn er, mit einer großen Menge Waſſerſtoffgas gemengt, im Sauerſtoffgas verbrannt wird. Hier wird offenbar durch den verbrennenden Waſſerſtoff ſeine Verwandtſchaft geſteigert, indem ſich die Verbrennung des Waſſerſtoffs auf den ihn berührenden Stickſtoff überträgt. Auf eine ähnliche Weiſe iſt es denkbar, daß in manchen Fällen ſich Kohlenſtoff direct mit Sauerſtoff zu Kohlenſäure oxydirt, indem er durch den verweſenden Waſſerſtoff eine Fähigkeit erhält, die er bei gewöhnlicher Temperatur für ſich nicht beſitzt; aber für die meiſten Fälle muß die Kohlenſäurebildung bei der Verweſung waſſerſtoffreicher Materien einer andern Urſache zugeſchrieben werden. Sie ſcheint auf ähnliche Art gebildet zu werden, wie die Eſſigſäure bei der Ver-

weſung des ſalicyligſauren Kali's. Dieſes Salz, der feuchten Luft ausgeſetzt, abſorbirt 3 Atome Sauerſtoff; es entſteht ein humusähnlicher Körper, die Melanſäure, in Folge deren Bildung ſich die Elemente von 1 Atom Eſſigſäure von denen der ſalicyligen Säure trennen.

Bei der Berührung einer alkaliſchen Löſung von Hämatin mit Sauerſtoff abſorbiren 0,2 Grm. in zwei Stunden 28,6 Cubikcentimeter Sauerſtoffgas, wobei das Alkali einen Gehalt von 6 CC. Kohlenſäure empfängt (Chevreul); da dieſe 6 CC. Kohlenſäure nur ein gleiches Volumen Sauerſtoff enthalten, ſo geht aus dieſer Erfahrung mit Gewißheit hervor, daß $^3/_4$ des aufgenommenen Sauerſtoffs nicht an Kohlenſtoff getreten ſind. Es iſt höchſt wahrſcheinlich, daß mit der Oxydation ihres Waſſerſtoffs ein Theil des Kohlenſtoffs der Subſtanz ſich mit ihrem eigenen Sauerſtoff in der Form von Kohlenſäure von den übrigen Elementen getrennt hat.

Die Verſuche von Sauſſure über die Verweſung der Holzfaſer laſſen über eine ſolche Trennung kaum einen Zweifel zu. Feuchte Holzfaſer entwickelt nämlich für jedes Volumen Sauerſtoff, was davon aufgenommen wird, ein gleiches Volumen Kohlenſäure, welche, wie man weiß, das nämliche Volumen Sauerſtoff enthält. Da nun die Holzfaſer Kohlenſtoff und die Elemente des Waſſers enthält, ſo iſt der Erfolg der Einwirkung des Sauerſtoffs gerade ſo, als wenn reine Kohle ſich direct mit Sauerſtoff verbunden hätte.

Das ganze Verhalten der Holzfaſer zeigt aber, daß die Elemente des Waſſers, welche Beſtandtheile davon ausmachen, nicht in der Form von Waſſer darin wirklich enthalten ſind; denn in dieſem Falle müßte man Stärke, Zucker und Gummi ebenfalls als Hydrate der Kohle betrachten.

Wenn aber der Wasserstoff nicht in der Form von Wasser in der Holzfaser vorhanden ist, so kann man die directe Oxydation des Kohlenstoffs neben diesem Wasserstoffe nicht annehmen, ohne in Widerspruch mit allen Erfahrungen zu gerathen, die man über Verbrennungsprocesse in niederer Temperatur gemacht hat.

Betrachten wir den Erfolg der Einwirkung des Sauerstoffs auf eine wasserstoffreiche Materie, den Alkohol z. B., so ergiebt sich mit unzweifelhafter Gewißheit, daß die directe Bildung der Kohlensäure stets das letzte Stadium ihrer Oxydation ist, und daß bis zu ihrem Auftreten die Materie eine gewisse Anzahl von Veränderungen durchlaufen hat, deren letzte eine völlige Verbrennung ihres Wasserstoffs ist.

In dem Aldehyd, der Essigsäure, Ameisensäure, Oxalsäure und Kohlensäure haben wir eine zusammenhängende Reihe von Oxydationsproducten des Alkohols, in welcher man die Veränderungen durch die Einwirkung des Sauerstoffs mit Leichtigkeit verfolgen kann. Der Aldehyd ist Alkohol, minus Wasserstoff; die Essigsäure entsteht aus dem Aldehyd, indem sich dieser direct mit Sauerstoff verbindet. Durch weiteres Hinzutreten von Sauerstoff entsteht aus der Essigsäure Ameisensäure und Wasser; wird aller Wasserstoff in der Ameisensäure hinweggenommen, so hat man Oxalsäure, und tritt zu dieser eine neue Quantität Sauerstoff hinzu, so verwandelt sie sich in Kohlensäure.

Wenn nun auch bei der Einwirkung oxydirender Materien auf Alkohol alle diese Producte gleichzeitig aufzutreten scheinen, so bleibt doch kaum ein Zweifel, daß die Bildung des letzten Products, der Kohlensäure, eine vorhergehende Hinwegnahme alles Wasserstoffs voraussetzt.

In der Verwesung der trocknenden Oele ist die Absorption

des Sauerstoffs offenbar nicht bedingt durch die Oxydation ihres Kohlenstoffs, denn bei dem rohen Nußöl z. B., welches nicht frei war von Schleim oder anderen Stoffen, bildeten sich für 146 Volumen absorbirten Sauerstoff nur 21 Volumen kohlensaures Gas (de Saussure).

Man muß erwägen, daß eine Verbrennung in niederer Temperatur in ihren Resultaten ganz ähnlich ist einer Verbrennung in höherer Temperatur bei beschränktem Sauerstoffzutritt. Das verbrennlichste Element einer Verbindung, die man der Einwirkung des Sauerstoffs aussetzt, wird sich zuerst und vorzugsweise mit Sauerstoff verbinden, und diese Verbrennlichkeit wird bedingt durch die Fähigkeit, bei einer Temperatur eine Verbindung mit dem Sauerstoffe einzugehen, in welcher die anderen Elemente sich nicht damit verbinden. Diese Fähigkeit wirkt hier wie eine größere Verwandtschaft.

Die Verbrennlichkeit des Kaliums ist für uns kein Maßstab für seine Verwandtschaft zum Sauerstoff; wir haben Grund zu glauben, daß Magnesium und Aluminium das Kalium in ihrer Anziehung zum Sauerstoff übertreffen; aber beide oxydiren sich nicht in der Luft und nicht im Wasser bei gewöhnlicher Temperatur, während Kalium das Wasser mit der größten Heftigkeit zersetzt und sich seines Sauerstoffs bemächtigt.

Phosphor und Wasserstoff verbinden sich bei gewöhnlicher Temperatur mit dem Sauerstoff, der erstere in feuchter Luft, der andere bei Berührung mit fein zertheiltem metallischen Platin; die Kohle bedarf der Glühhitze, um eine Verbindung mit dem Sauerstoff einzugehen.

Es ist evident, Phosphor und Wasserstoff sind verbrennlicher als Kohle, ihre Verwandtschaft zum Sauerstoff ist bei

gewöhnlicher Temperatur größer, und dieser Schluß erleidet keine Aenderung durch die Erfahrung, daß die Kohle die Verwandtschaft beider zum Sauerstoffe unter anderen Bedingungen bei weitem übertrifft.

Bei der Fäulniß sind die Bedingungen, in denen die größere Verwandtschaft des Kohlenstoffs zum Sauerstoff sich thätig zeigt, offenbar gegeben; Expansion, Gaszustand oder Cohäsion wirken ihrer Aeußerung nicht entgegen, in der Verwesung sind alle diese Hindernisse zu überwinden.

Das Auftreten der Kohlensäure bei Verwesung vegetabilischer und thierischer Substanzen, welche reich sind an Wasserstoff, muß hiernach einer ähnlichen Umsetzung der Elemente oder Störung ihrer Anziehung zugeschrieben werden, wie die Bildung derselben bei Gährung und Fäulniß. Indem der Wasserstoff der Substanz durch Verwesung hinweggenommen und oxydirt wird, trennen sich von ihren übrigen Elementen Kohlenstoff und Sauerstoff in der Form von Kohlensäure.

Bei dieser Klasse von Materien ist demnach die Verwesung eine Zersetzung, ähnlich der Fäulniß stickstoffhaltiger Materien.

Wir haben bei diesen zwei Verwandtschaften, die des Stickstoffs zum Wasserstoff und die des Kohlenstoffs zum Sauerstoff, durch welche unter geeigneten Umständen eine leichtere Spaltung der Elemente erfolgt; bei den Körpern, die unter Bildung von Kohlensäure verwesen, sind ebenfalls zwei Verwandtschaften thätig, die des Sauerstoffs der Luft zu dem Wasserstoff der Substanz, welche die Anziehung des Stickstoffs zu dem nämlichen Elemente hier vertritt, und andererseits die Verwandtschaft des Kohlenstoffs zu dem Sauerstoff der Substanz, die unter allen Umständen unverändert bleibt.

Bei der Fäulniß des Holzes auf dem Boden von Sümpfen trennt ſich von ſeinen Elementen Kohlenſtoff und Sauerſtoff in der Form von Kohlenſäure, ſein Waſſerſtoff in der Form von Kohlenwaſſerſtoff; in ſeiner Verweſung, in ſeiner Fäulniß beim Zutritt der Luft verbindet ſich ſein Waſſerſtoff nicht mit Kohlenſtoff, ſondern mit Sauerſtoff, zu dem er bei gewöhnlicher Temperatur eine weit größere Verwandtſchaft beſitzt.

Von dieſer vollkommenen Gleichheit der Action rührt es unſtreitig her, daß verweſende und faulende Körper ſich in ihrer Wirkung auf einander gegenſeitig erſetzen können.

Alle faulenden Körper gehen bei ungehindertem Zutritt der Luft in Verweſung, alle verweſenden Materien in Fäulniß über, ſobald die Luft abgeſchloſſen wird.

Ebenſo ſind alle verweſenden Körper fähig, die Fäulniß in anderen Körpern einzuleiten und zu erregen, auf dieſelbe Weiſe, wie dies von anderen faulenden geſchieht.

Verweſung ſtickſtofffreier Körper. Eſſigbildung.

Alle Materien, welche, wie man gewöhnlich annimmt, die Fähigkeit beſitzen, von ſelbſt in Gährung und Fäulniß überzugehen, erleiden in der That bei näherer Betrachtung dieſe Zuſtände der Zerſetzung ohne eine vorangegangene Störung nicht. Es tritt zuerſt Verweſung ein, ehe ſie in Fäulniß oder Gährung übergehen, und erſt nach Abſorption einer gewiſſen Menge Sauerſtoff beginnen die Zeichen einer im Innern der Materien vorgehenden Metamorphoſe.

Es giebt kaum einen Irrthum, welcher mehr verbreitet iſt, als die Meinung, daß organiſche Subſtanzen ſich ſelbſt überlaſſen, ohne äußere Urſache, ſich zu verändern vermögen. Wenn ſie nicht ſelbſt ſchon im Zuſtande der Veränderung begriffen ſind, ſo bedarf es ſtets einer Störung in dem Zuſtande des Gleichgewichts, in dem ſich ihre Elemente befinden, und die allgemeinſte Veranlaſſung zu dergleichen Störungen, die verbreitetſte Urſache iſt unſtreitig die Atmoſphäre, welche alle Körper umgiebt.

Der am leichteſten veränderliche Pflanzenſaft in der Frucht oder dem Pflanzentheile, vor der unmittelbaren Berührung mit dem Sauerſtoff der Luft geſchützt, behält ſo lange ſeine Eigenſchaften unverändert bei, als die Materie der Zelle oder des Organs dieſer Einwirkung widerſteht; erſt nach erfolgter Berührung mit der Luft, erſt nach Abſorption einer

gewiſſen Menge Sauerſtoff zerlegen ſich die in der Flüſſigkeit gelöſ'ten Materien.

Die ſchönen Verſuche Gay-Luſſac's über die Gährung des Traubenſaftes, ſowie die überaus wichtigen Anwendungen, zu denen ſie geführt haben, ſind die beſten Belege für den Antheil, den die Atmoſphäre an den Veränderungen organiſcher Subſtanzen nimmt.

Der Saft von Weintrauben, welcher durch Auspreſſen unter einer mit Queckſilber gefüllten Glocke bei Abſchluß der Luft erhalten worden war, kam nicht in Gährung.

Die kleinſte Menge hinzutretender Luft brachte, unter Abſorption einer gewiſſen Menge Sauerſtoffgas, augenblicklich die Gährung hervor.

Wurde der Traubenſaft bei Zutritt der Luft ausgepreßt, durch die Berührung alſo mit Sauerſtoff die Bedingung gegeben, in Gährung überzugehen, ſo trat dennoch keine Gährung ein, wenn der Saft in verſchloſſenen Gefäßen bis zum Siedepunkte des Waſſers erhitzt worden war; er ließ ſich in dieſem Zuſtande vor der Luft geſchützt Jahre lang aufbewahren, ohne ſeine Fähigkeit, in Gährung überzugehen, verloren zu haben. Dieſe Fähigkeit erhielt er wieder bei erneuerter Berührung mit der Luft.

Fleiſchſpeiſen jeder Art, die am leichteſten veränderlichen Gemüſe gerathen nicht in Fäulniß, wenn ſie in luftdicht verſchloſſenen Gefäßen der Siedehitze des Waſſers ausgeſetzt werden; man hat Speiſen dieſer Art nach 15 Jahren in demſelben Zuſtande der Friſche und des Wohlgeſchmacks bei dem Eröffnen wiedergefunden, den ſie bei dem Einfüllen beſaßen.

Man kann ſich über die Wirkungsweiſe des Sauerſtoffs in dieſen Zerſetzungsproceſſen nicht täuſchen; ſie beruht in der Veränderung, welche in dem Traubenſafte und den Pflan-

zenſäften die aufgelöſ'ten ſtickſtoffhaltigen Materien erfahren, in dem Zuſtande der Entmiſchung, in welchen ſie in Folge der Berührung mit dem Sauerſtoffe übergehen.

Der Sauerſtoff wirkt hierbei ähnlich, wie Reibung, Stoß oder Bewegung, welche gegenſeitige Zerſetzung zweier Salze, welche das Kryſtalliſiren einer geſättigten Salzauflöſung, das Explodiren von Knallſilber bewirken, er veranlaßt die Aufhebung des Zuſtandes der Ruhe und vermittelt den Uebergang in den Zuſtand der Bewegung.

Iſt dieſer Zuſtand einmal eingetreten, ſo bedarf es ſeiner Gegenwart nicht mehr. Das kleinſte Theilchen des ſich zerſetzenden, des ſich umſetzenden ſtickſtoffhaltigen Körpers wirkt an ſeiner Stelle, die Bewegung fortpflanzend, auf das neben ihm liegende. Die Luft kann abgeſchloſſen werden, und die Gährung oder Fäulniß geht ununterbrochen bis zu ihrer Vollendung fort. Der Aldehyd nimmt an der Luft Sauerſtoff auf, er geht durch Verweſung in Eſſigſäure über; wird die Luft abgeſchloſſen, ſo dauert die eingetretene Störung fort, er verwandelt ſich durch Umſetzung ſeiner Elemente in zwei Verbindungen von ſehr ungleichen Eigenſchaften, aber gleicher Zuſammenſetzung.

Unter den Bedingungen zur Einleitung der Verweſung können als chemiſche die Berührung mit Ammoniak und mit Alkalien im Allgemeinen bezeichnet werden, da ſie bei vielen Materien eine Abſorption des Sauerſtoffs bewirken, wodurch eine Zerſetzung herbeigeführt wird, die ſie für ſich, in Berührung mit dem Alkali oder dem Sauerſtoffe allein, nicht erfahren.

So verbindet ſich der Alkohol bei gewöhnlicher Temperatur nicht mit dem Sauerſtoff der Luft, eine Auflöſung von Kalihydrat in Alkohol färbt ſich hingegen unter raſcher Sauer-

stoffaufnahme gelb und braun; man findet nach einiger Zeit Essigsäure, Ameisensäure und die Zersetzungsproducte des Aldehyds durch Alkalien, zu denen der harzartige Körper gehört, welcher die Flüssigkeit braun färbt.

Die allgemeinste Bedingung zur Einleitung der Verwesung in organischen Stoffen ist Berührung mit einem in Verwesung oder Fäulniß begriffenen Körper; der Ausdruck einer wahren Ansteckung ist hier um so bezeichnender, da in der That eine Uebertragung des Zustandes der Verbrennung das Resultat der Berührung ist.

Es ist das verwesende Holz, was das frische in den nämlichen Zustand versetzt, es ist die höchst fein zertheilte verwesende Holzfaser, welche in den befeuchteten Galläpfeln die darin enthaltene Gerbsäure so rasch in Gallussäure überführt.

Das merkwürdigste und entscheidendste Beispiel von der Uebertragung des Zustandes der Verbrennung ist von Sauſsure beobachtet worden. Es ist erwähnt worden, daß angefeuchtete, in Verwesung und Gährung übergegangene Holzfaser, Baumwolle, Seide, Gartenerde das umgebende Sauerstoffgas in kohlensaures Gas ohne Aenderung des Volumens verwandeln. Sauſsure setzte dem Sauerstoffgase eine gewisse Menge Wasserstoffgas zu, und es zeigte sich von dem Augenblicke an eine Raumverminderung, von dem Wasserstoffgase war eine gewisse Quantität verschwunden und mit diesem eine Portion Sauerstoffgas, und zwar ohne Bildung einer diesem Sauerstoffgase entsprechenden Menge Kohlensäure. Wasserstoff und Sauerstoff waren beide in diesem Verhältnisse verschwunden, in welchem sie sich zu Wasser verbinden, es erfolgte also eine wahre Verbrennung des Wasserstoffs durch die bloße Berührung mit verwesenden Mate-

rien. Ihre Wirkung war in ihrem Reſultate ganz ähnlich der des fein zertheilten Platins, aber die Verſchiedenheit in der Urſache, durch die ſie bedingt wurde, zeigte ſich ſchon darin, daß ein gewiſſes Volumen Kohlenoxyd, welches die Wirkung des Platins auf das Knallgas völlig vernichtet, in keiner Beziehung die Verbrennung des Waſſerſtoffs in Berührung mit den verweſenden Materien verhinderte.

Alle die Fäulniß aufhebenden Subſtanzen vernichteten in Sauſſure's Verſuchen die Eigenſchaft der gährenden Materien. Die nämlichen Subſtanzen beſaßen ſie für ſich ebenfalls nicht, bevor ſie in Gährung und Verweſung übergegangen waren.

Man denke ſich an die Stelle des Waſſerſtoffgaſes, was ſich in Sauſſure's Verſuchen in Berührung mit den verweſenden organiſchen Stoffen befand, den Dampf einer waſſerſtoffreichen flüchtigen Subſtanz, ſo weiß man, daß der Waſſerſtoff derſelben in dem Zuſtande der Verdichtung, in welchem er in der Verbindung ſelbſt der Wirkung des Sauerſtoffs ſich darbietet, eine noch bei weitem raſchere Oxydation erfährt; dieſer Waſſerſtoff wird eine noch raſchere Verbrennung erfahren. Wir finden in der That in der Schnelleſſigfabrikation alle Bedingungen zur Verweſung des Alkohols und zu ſeiner Verwandlung in Eſſigſäure.

Der Alkohol wird der Einwirkung des Sauerſtoffs bei einer erhöhten Temperatur und einer außerordentlich vergrößerten Oberfläche dargeboten, aber dieſe Bedingungen ſind nicht hinreichend, um ſeine Oxydation zu bewirken. Der Alkohol muß ſich in Berührung mit verweſendem Holze befinden, oder eine durch den Sauerſtoff der Luft leicht veränderliche Materie enthalten, welche entweder durch den bloßen Contact mit dem Sauerſtoff in Verweſung übergeht,

oder die durch ihre Fäulniß und Gährung Producte liefert, welche dieſe Eigenſchaft beſitzen.

Eine kleine Quantität Bier, in Säuerung begriffener Wein, ein Malzabſud, Honig, zahlloſe Materien dieſer Art können ſich in ihrer Wirkung hier erſetzen.

Die Verſchiedenheit der Subſtanzen bei derſelben Wirkungsweiſe beweiſ't hier, daß keine von ihnen einen Stoff enthalten kann, welcher als Erreger der Verweſung wirkt, ſie ſind nur Träger einer Thätigkeit, die ſich über die Sphäre ihrer eigenen Anziehungen hinaus erſtreckt, es iſt der Zuſtand ihrer eigenen Zerſetzung und Verweſung, welcher den gleichen Zuſtand, die nämliche Thätigkeit den Atomen des Alkohols ertheilt, gerade ſo, wie in einer Legirung von Platin mit Silber das erſtere die Fähigkeit, ſich mit Sauerſtoff zu vereinigen, durch das Silber erhält, und zwar durch den Act ſeiner eigenen Oxydation; der Waſſerſtoff des Alkohols oxydirt ſich in dem Eſſigbildungsproceſſe, unter bemerkbarer Wärmeentwickelung auf Koſten des berührenden Sauerſtoffs, zu Waſſer, es entſteht Aldehyd, welcher mit derſelben Begierde, wie ſchweflige Säure, ſich direct mit Sauerſtoff zu Eſſigſäure verbindet.

Verweſung ſtickſtoffhaltiger Materien. Salpeterbildung.

Wenn man in Beziehung auf die Verweſung ſtickſtoffhaltiger Materien die Erfahrungen mit zu Hülfe nimmt, welche man bei Verbrennungen ſtickſtoffhaltiger Materien gemacht hat, ſo weiß man, daß in höheren Temperaturen der Stickſtoff nie direct eine Verbindung mit dem Sauerſtoff eingeht. Die ſtickſtoffhaltigen organiſchen Subſtanzen enthalten ohne Ausnahme Kohlen- und Waſſerſtoff, die beide zum Sauerſtoff eine überwiegende Anziehung haben.

Bei ſeiner ſchwachen Verwandtſchaft zum Sauerſtoff befindet ſich der Stickſtoff neben dieſem in derſelben Lage, wie ein Uebermaß von Kohle bei Verbrennung ſehr waſſerſtoffreicher Subſtanzen, ſowie bei dieſen ſich hierbei Kohlenſtoff in Subſtanz ausſcheidet, ſo iſt die Verbrennung ſtickſtoffhaltiger Materien ſtets von einer Abſcheidung von reinem Stickſtoff begleitet.

Ueberläßt man eine feuchte ſtickſtoffhaltige thieriſche Materie der Einwirkung der Luft, ſo bemerkt man unter allen Umſtänden ein Freiwerden von Ammoniak, nie wird hierbei Salpeterſäure gebildet.

Bei Gegenwart von Alkalien und alkaliſchen Baſen geht unter denſelben Umſtänden eine Verbrennung des Stickſtoffs vor ſich, unter anderen Oxydationsproducten bilden ſich ſalpeterſaure Salze.

Obwohl wir in den großen Zersetzungsprocessen, welche in der Natur vor sich gehen, stets die einfachsten Mittel und die directesten Wege in Anwendung und Thätigkeit sehen, so finden wir dessenungeachtet, daß das letzte Resultat stets an eine Aufeinanderfolge von Actionen geknüpft ist, und daß diese Succession von Erscheinungen wesentlich von der chemischen Natur der Körper abhängt.

Wenn wir beobachten, daß in einer Reihe von Erscheinungen sich der Charakter einer Substanz stets gleich bleibt, so haben wir keinen Grund, einen neuen Charakter zu erfinden, um eine einzelne Erscheinung zu erklären, deren Erklärung nach den bekannten Erfahrungen keine Schwierigkeiten darbietet.

Die ausgezeichnetsten Naturforscher nehmen an, daß der Stickstoff einer thierischen Materie, bei Gegenwart von Wasser, einer alkalischen Base und hinreichendem Zutritt von Sauerstoff sich direct und unmittelbar mit dem Sauerstoff zu Salpetersäure zu verbinden vermag, allein, wie schon oben erwähnt, wir haben keine einzige Erfahrung, wodurch sich diese Meinung rechtfertigen ließe. Nur durch Vermittelung eines großen Uebermaßes von brennendem Wasserstoff geht das Stickgas in ein Oxyd des Stickstoffs über.

Verbrennen wir eine Kohlenstickstoff-, eine Cyanverbindung in reinem Sauerstoffgase, so oxydirt sich der Kohlenstoff allein, leiten wir Cyangas über glühende Metalloxyde, so wird nur in seltenen Fällen ein Oxyd des Stickstoffs gebildet, und niemals in dem Falle, wenn Kohlenstoff im Uebermaß zugegen ist. Nur wenn es mit einem Ueberschuß von Sauerstoffgas gemengt über glühenden Platinschwamm geleitet wird, erzeugte sich in Kuhlmann's Versuchen Salpetersäure.

Die Fähigkeit, sich mit Sauerstoff direct zu verbinden, beobachten wir aber an dem reinen Stickgas nicht; selbst unter den günstigsten Bedingungen bei Anwendung von Platinschwamm in graduell verschiedenen Temperaturen war Kuhlmann nicht im Stande, seine Oxydation zu bewerkstelligen.

Der Kohlenstoff in dem Cyangas war demnach der Vermittler der Verbrennung des Stickstoffs.

Wir beobachten auf der andern Seite, daß die Verbindung des Stickstoffs mit Wasserstoff, das Ammoniak, einer Einwirkung des Sauerstoffs nicht ausgesetzt werden kann, ohne ein Oxyd des Stickstoffs und in Folge dessen Salpetersäure zu bilden.

Gerade die Leichtigkeit, mit welcher der Stickstoff in der Form von Ammoniak sich in Salpetersäure verwandelt, ist die Ursache von der einzigen und großen Schwierigkeit, der wir in der Analyse bei der Bestimmung des Stickstoffs in Stickstoffverbindungen begegnen, in denen dieser Körper entweder in der Form von Ammoniak zugegen ist, oder aus denen er sich bei Erhöhung der Temperatur als Ammoniak entwickelt. Wir bekommen ihn ganz oder zum Theil in der Form von Stickoxyd wieder, wenn dieses Ammoniak von dem glühenden Kupferoxyde verbrannt wird.

Leiten wir Ammoniakgas über glühendes Manganhyperoxyd oder Eisenoxyd, so erhalten wir bei Ueberschuß von Ammoniak eine reichliche Menge von salpetersaurem Ammoniak; dasselbe geschieht, wenn Ammoniak und Sauerstoffgas über glühenden Platinschwamm geleitet werden.

Nur in seltenen Fällen vereinigt sich also bei Verbrennungen der Stickstoff in Kohlenstickstoffverbindungen mit dem Sauerstoffe; dies geschieht in allen, wo Ammoniak verbrennt; stets wird hierbei Salpetersäure gebildet.

Die Urſache, warum der Stickſtoff in der Form von Ammoniak eine ſo hervorſtechende Neigung zeigt, in Salpeterſäure überzugehen, liegt unſtreitig darin, daß in der Oxydation der Beſtandtheile des Ammoniaks zwei Producte gebildet werden, die ſich mit einander zu verbinden vermögen. Dies iſt nicht der Fall bei der Verbrennung von Kohlenſtickſtoffverbindungen; bei dieſen wird Kohlenſäure gebildet, und abgeſehen von der größeren Verwandtſchaft des Kohlenſtoffs zum Sauerſtoff, muß die Bildung der gasförmigen Kohlenſäure der Oxydation des Stickſtoffs ſchon dadurch entgegenwirken, daß ſie ſeine Berührung mit dem Sauerſtoffe hindert.

Bei der Verbrennung von Ammoniak, bei hinreichendem Sauerſtoffzutritt entſteht neben der Salpeterſäure Waſſer, mit dem ſie ſich verbindet; ein Körper, von dem man ſagen kann, daß er die Salpeterſäurebildung bedingt, inſofern die Salpeterſäure ohne Waſſer nicht zu beſtehen vermag.

Beachtet man nun, daß die Verweſung eine Fäulniß iſt, nur inſofern von der gewöhnlichen Fäulniß verſchieden, als der Sauerſtoff der Luft Antheil an den vorgehenden Metamorphoſen nimmt; erwägt man, daß bei der Umſetzung der Elemente ſtickſtoffhaltiger Körper der Stickſtoff ſtets die Form von Ammoniak annimmt, daß unter allen Stickſtoffverbindungen, die man kennt, das Ammoniak den Stickſtoff in einer Form enthält, in welcher ſeine Neigung, ſich zu oxydiren, entſchieden größer iſt, als in allen anderen Stickſtoffverbindungen, ſo läßt ſich wohl ſchwerlich dem Schluſſe etwas entgegenſetzen, daß das Ammoniak die Quelle iſt von der Salpeterſäurebildung auf der Oberfläche der Erde.

Die ſtickſtoffhaltigen thieriſchen Materien ſind hiernach nicht die Bedinger, ſondern nur die Vermittler der Salpeter-

ſäureerzeugung, ſie wirken, indem ſie langſam andauernde Quellen von Ammoniak darſtellen *).

Durch das in der Atmoſphäre vorhandene Ammoniak können ſich ſalpeterſaure Salze in Materien bilden, die keine ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen enthalten; wir wiſſen, daß die meiſten poröſen Subſtanzen die Fähigkeit haben, Ammoniak in Menge zu verdichten, da es wenige Eiſenerze giebt, die beim Glühen nicht ammoniakaliſche Producte entwickeln, daß die Urſache des Geruches, den man beim Anhauchen der thonigen Mineralien bemerkt, in ihrem Ammoniakgehalte beruht; wir haben, wie man ſieht, in dem Ammoniak eine höchſt verbreitete Urſache der Salpeterbildung in der Atmoſphäre, die überall ſich thätig zeigt, wo die Bedingungen zur Oxydation des Ammoniaks ſich vereinigen. Es iſt wahrſcheinlich, daß andere in Verweſung begriffene organiſche Subſtanzen die Verbrennung des Ammoniaks vermitteln, wenigſtens ſind die Fälle ſelten, wo ſich Salpeterſäure aus Ammoniak erzeugt unter Umſtänden, wo alle der Verweſung fähigen Materien fehlen.

Aus den vorhergegangenen Betrachtungen über die Urſachen der Gährung, Fäulniß und Verweſung ergeben ſich einige Anwendungen für die Berichtigung der gewöhnlichen Anſichten über Wein- und Biergährung und über mehrere in der Natur vorgehende umfaſſende Zerſetzungsproceſſe.

---

*) Nach der Beobachtung von Collard de Martigny geht Ammoniak bei Berührung mit Kalkhydrat und Luft direct und ohne alle Mitwirkung einer andern verweſenden Subſtanz in Salpeterſäure über.

Wein- und Biergährung.

Es ist erwähnt worden, daß der Traubensaft beim Zutritt der Luft in Gährung geräth, und daß die Zersetzung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure bis zu seinem Verschwinden fortschreitet, ohne daß die Luft weiteren Antheil an dieser Metamorphose nimmt.

Neben dem Alkohol und der Kohlensäure beobachtet man als ein anderes Product der Gährung des Saftes eine gelbliche oder graue unauflösliche Substanz, welche reich ist an Stickstoff; es ist dies der Körper, welcher die Fähigkeit besitzt, in frischem Zuckerwasser wieder Gährung hervorzubringen, das sogenannte Ferment.

Wir wissen, daß der Alkohol und die Kohlensäure den Elementen des Zuckers und das Ferment den stickstoffhaltigen Bestandtheilen des Saftes seinen Ursprung verdankt. Diese stickstoffhaltigen Bestandtheile haben den Namen Kleber oder vegetabilisches Eiweiß erhalten.

Nach den Versuchen von Saussure entwickelt frischer unreiner Kleber nach 5 Wochen sein 28faches Volumen Gas, welches zu ¾ aus Kohlensäure und zu ¼ aus reinem kohlenfreien Wasserstoffgase besteht; es bilden sich dabei Ammoniaksalze mehrerer organischer Säuren. Bei der Fäulniß des Klebers wird also Wasser zersetzt, dessen Sauerstoff in Verbindung tritt, während sein Wasserstoff in Freiheit gesetzt wird; das letztere geschieht nur in Zersetzungsprocessen der energischsten Art; Ferment oder eine ihm ähnliche Materie wird hierbei nicht

gebildet, eben so wenig beobachtet man bei der Gährung von zuckerhaltigen Pflanzensäften ein Auftreten von Wasserstoffgas.

Man beobachtet leicht, daß die Veränderung des Klebers für sich und seine Zersetzung in den Pflanzensäften, in welchen er gelöst ist, zwei verschiedenen Metamorphosen angehört. Man hat Gründe, zu glauben, daß sein Uebergang in den unlöslichen Zustand von einer Sauerstoffaufnahme herrührt; denn seine Abscheidung kann unter gewissen Bedingungen durch ungehinderten Luftzutritt ohne Gegenwart von gährendem Zucker bewirkt werden, und man weiß, daß die Berührung des Trauben- oder Pflanzensaftes mit der Luft, ehe die Gährung eintritt, eine Trübung, eine Bildung nämlich eines unlöslichen Niederschlages, von der Beschaffenheit des Ferments, zur Folge hat.

Aus den Erscheinungen, die wir bei der Gährung der Bierwürze beobachten, ergiebt sich mit zweifelloser Gewißheit, daß das Ferment aus dem Kleber während und in der Metamorphose des Zuckers gebildet wird; denn die Bierwürze enthält den stickstoffhaltigen Körper des Getreides, den man Kleber nennt, in dem nämlichen Zustande, wie er im Traubensafte vorhanden ist; durch zugesetztes Ferment wird die Bierwürze in Gährung versetzt, allein nach vollendeter Zersetzung hat sich seine Quantität um das Dreißigfache vermehrt.

Bier- und Weinhefe zeigen, mit geringen Verschiedenheiten, unter dem Mikroskope betrachtet, einerlei Form und Beschaffenheit, sie zeigen einerlei Verhalten gegen Alkalien und Säuren, sie besitzen einerlei Fähigkeit, Gährung in Zuckerwasser auf's Neue einzuleiten, man muß sie als identisch betrachten.

Die Zersetzung des Wassers, bei der Fäulniß des Klebers, ist eine völlig bewiesene Thatsache, und in welcher Form er sich auch zersetzen mag, ob im gelöst'en oder ungelöst'en Zustande, das Streben seiner kohlenstoffhaltigen Bestandtheile, sich des Sauerstoffs des Wassers zu bemächtigen, dieses Streben ist stets vorhanden, und wenn, wie alle Erfahrungen zu beweisen scheinen, sein Uebergang in den unlöslichen Zustand in Folge einer Oxydation geschieht, so muß der Sauerstoff, der hierzu verwendet wird, von den Elementen des Wassers oder von dem Zucker genommen werden, welcher Sauerstoff und Wasserstoff in dem nämlichen Verhältnisse wie im Wasser enthält. Dieser Sauerstoff wird in der Wein- und Biergährung keineswegs von der Atmosphäre genommen.

Die Gährung des reinen Zuckers in Berührung mit Wein- oder Bierhefe ist, wie man sieht, sehr verschieden von der Gährung des Traubensaftes oder der Bierwürze.

In der ersteren verschwindet die Hefe mit der Zersetzung des Zuckers, in der andern geht neben der Metamorphose des Zuckers eine Metamorphose des Klebers vor sich, in Folge welcher, als erstes Product, Ferment erzeugt wird. In dem einen Falle wird die Hefe also zerstört, in dem andern wird sie gebildet.

Da nun unter den Producten der Bier- und Weingährung freies Wasserstoffgas nicht nachweisbar ist, so ist klar, daß, da die Oxydation des Klebers, sein Uebergang in Ferment, nur auf Kosten des Sauerstoffs des Wassers, oder auf Kosten des Sauerstoffs des Zuckers geschehen kann, der freiwerdende Wasserstoff des Wassers neue Verbindungen eingegangen sein muß, oder durch Desoxydation des Zuckers wasserstoffreiche oder sauerstoffarme Verbindungen entstanden sein müssen, die den Kohlenstoff des Zuckers enthalten.

In der That ist es eine wohlbekannte Erfahrung, daß der Wein, daß gegohrene Flüssigkeiten überhaupt neben dem Alkohol noch andere Producte enthalten, Materien, welche vor der Gährung des Traubensaftes oder der zuckerhaltenden Flüssigkeiten darin nicht nachweisbar waren und sich auf eine ähnliche Art, wie der Mannit, während der Gährung gebildet haben müssen. Wir wissen, daß der Geruch, der Geschmack, welcher den Wein von allen gegohrenen Flüssigkeiten unterscheidet, daß er einem Aether, einer flüchtigen, höchst brennbaren Säure von ölartiger Beschaffenheit, dem Oenanthsäureäther angehört, wir wissen, daß Getreide- und Kartoffelbranntwein ihren Geruch und Geschmack eigenthümlichen öligen Materien verdanken, die unter dem Namen Fuselöle bekannt sind, ja daß die letzteren dem Alkohol in ihren chemischen Eigenschaften näher stehen, als allen anderen organischen Substanzen.

Diese Körper sind Producte von Desoxydationsprocessen der in den gährenden Flüssigkeiten gelöst'en Materien, sie enthalten weniger Sauerstoff, als der Zucker oder Kleber, sie zeichnen sich durch einen großen Gehalt an Wasserstoff aus.

In der Oenanthsäure haben wir, bei einer großen Differenz in dem Sauerstoffgehalte, Kohlenstoff und Wasserstoff in dem Verhältnisse von gleichen Aequivalenten, also genau wie im Zucker; in dem Fuselöle der Kartoffeln finden wir viel mehr Wasserstoff, als diesem Verhältnisse entspricht.

So wenig man auch zweifeln kann, daß diese flüchtigen Flüssigkeiten, in Folge eines gegenseitigen Aufeinanderwirkens der Elemente des Zuckers und Klebers, in Folge also einer wahren Fäulniß entstanden sind, so haben auf ihre Bildung und Eigenthümlichkeit nichts desto weniger noch andere Ursachen Einfluß gehabt.

Die riechenden und schmeckenden Bestandtheile des Weins erzeugen sich in der Gährung solcher Traubensäfte, welche einen gewissen Gehalt besitzen an Weinsäure; sie fehlen in allen Weinen, welche frei sind von Säuren, oder welche eine andere organische Säure, z. B. Essigsäure, enthalten.

Die südlichen Weine besitzen keinen Weingeruch, in den französischen Weinen tritt er entschieden hervor, in den Rheinweinen ist er am stärksten. Die Traubensorten am Rhein, welche am spätesten und nur in seltenen Fällen vollkommen reif werden, der Rießling und Orleans, besitzen den stärksten Weingeruch, das hervorstechendste Bouquet, sie sind verhältnißmäßig reich an Weinsäure. Die früh reifenden Traubensorten, der Ruländer und andere, sind reicher an Alkohol, in ihrem Geschmacke ähnlich den spanischen Weinen, allein sie haben kein Bouquet.

Die am Cap reifenden, von dem Rhein aus verpflanzten Rießlinge geben einen vortrefflichen Wein, allein er besitzt das Aroma nicht, was den Rheinwein auszeichnet.

Man sieht leicht, daß Säure und Weingeruch zu einander in einer bestimmten Beziehung stehen, beide sind stets neben einander vorhanden, und es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Gegenwart der ersteren von bestimmtem Einflusse war bei der Bildung des Bouquets.

Am deutlichsten zeigt sich dieser Einfluß bei der Gährung von Flüssigkeiten, in welchen alle Weinsäure fehlt, namentlich in solchen, welche sehr nahe neutral oder alkalisch sind, wie namentlich bei der Gährung von Kartoffeln- oder Getreidemaische.

Der Kartoffel- und Getreidebranntwein enthält eine den ätherischen Oelen ähnliche Verbindung, die diesen Flüssigkeiten ihren eigenthümlichen Geschmack ertheilt. Diese

Materie erzeugt sich in der Gährung der Maische, sie ist in der gegohrenen Flüssigkeit fertig gebildet vorhanden, denn durch die bloße Erhöhung der Temperatur destillirt sie mit den Alkoholdämpfen über.

Man hat die Beobachtung gemacht, daß mit der Neutralität der Maische, bei Zusatz von Asche, kohlensaurem Kalk, die Quantität des gebildeten Alkohols bis zu einem gewissen Grade zunimmt, aber mit einer größeren Ausbeute an Branntwein wächst sein Gehalt an Fuselöl.

Man weiß überdies, daß der Branntwein aus Kartoffelstärke, nach vorangegangener Verwandlung in Zucker durch verdünnte Schwefelsäure, völlig frei von Fuselöl ist, daß mithin diese Substanz in Folge einer Veränderung erzeugt wird, welche der Faserstoff der Kartoffeln während der Gährung erfährt.

Unleugbare Erfahrungen beweisen, daß die gleichzeitige Fäulniß oder Gährung dieses Faserstoffs, in Folge welcher Fuselöl erzeugt wird, bei dem Getreidebranntwein vermieden werden kann *).

Das nämliche Malz, welches in der Branntweinbereitung ein Fuselöl haltiges Destillat giebt, liefert in der Bierbereitung eine spirituöse Flüssigkeit, welche keine Spur Fuselöl enthält; der Hauptunterschied bei der Gährung beider liegt darin, daß in der Gährung der Bierwürze eine aromatische Substanz zugesetzt wird, der Hopfen, und es ist gewiß, daß sein Vorhandensein eine Aenderung in den vorhergehenden Metamorphosen bedingt hat. Wir wissen, daß das

*) In der Fabrik des Herrn Dubrunfaut wurde unter gewissen Umständen eine so beträchtliche Menge Fuselöl aus Kartoffelbranntwein erhalten, daß es zum Beleuchten des ganzen Fabriklocals benutzt werden konnte.

ätherische Oel des Senfs, so wie brenzliche Oele, die Gährung des Zuckers, den Einfluß der sich zerlegenden Hefe gänzlich vernichten. Das ätherische Oel des Hopfens besitzt diese Eigenschaft nicht, aber es vermindert in hohem Grade den Einfluß von sich zersetzenden stickstoffhaltigen Materien auf die Verwandlung des Weingeistes in Essig, und man hat mithin Grund zu glauben, daß es aromatische Substanzen giebt, durch deren Zusatz zu Gährmischungen die mannichfaltigsten Aenderungen in der Natur der sich erzeugenden Producte hervorgebracht werden können.

Welche Meinung man auch über die Entstehung der flüchtigen, riechenden Materien in der Weingährung haben mag, so viel ist gewiß, der Weingeruch rührt von dem Aether einer organischen, den fetten Säuren ähnlichen Säure her, die sich während der Gährung bildet.

Nur in Flüssigkeiten, welche andere leicht lösliche Säuren enthalten, sind die fetten Säuren, ist die Oenanthsäure fähig, eine Verbindung mit dem Aether des Alkohols einzugehen, d. h. Geruch zu erzeugen. Wir finden diesen Aether in allen Weinen, welche freie Säure enthalten, er fehlt in den Weinen, welche frei sind von Säuren; diese Säure war mithin den Geruch vermittelnd, ohne ihr Vorhandensein würde sich kein Oenanthäther gebildet haben.

Das Fuselöl des Getreidebranntweins besteht zum größten Theile aus einer nicht ätherificirten fetten Säure; es löst Kupferoxyd, überhaupt Metalloxyde auf und kann durch Alkalien gebunden werden.

Der Hauptbestandtheil dieses Fuselöls ist eine der Oenanthsäure in ihrer Zusammensetzung identische, in ihren Eigenschaften aber verschiedene Säure (Mulder). Es wird in gährenden Flüssigkeiten gebildet, welche, wenn sie sauer

reagiren, nur Essigsäure enthalten, eine Säure, welche auf die Aetherbildung anderer Säuren ohne Einfluß ist.

Das Fuselöl des Kartoffelbranntweins ist das Hydrat einer organischen Base, ähnlich dem Aether, fähig also, mit Säuren Verbindungen einzugehen; es wird in gährenden Flüssigkeiten in vorzüglicher Menge gebildet, welche neutral oder schwach alkalisch sind, unter Umständen also, wo es an und für sich unfähig ist, eine Verbindung mit einer Säure einzugehen.

Unter den Producten der Gährung und Fäulniß neutraler Pflanzensäfte, Pflanzen- und Thierstoffe bemerkt man stets die Gegenwart flüchtiger, meist übelriechender Materien, aber das evidenteste und merkwürdigste Beispiel von der Erzeugung eines wahren ätherischen Oeles liefert die Gährung des Zuckers in höherer Temperatur bei Berührung mit faulendem Käse, wobei sich Buttersäure erzeugt (Pelouze), so wie die Gährung des vollkommen geruchlosen Krautes von Centaurium minus. Mit Wasser einer etwas erhöhten Temperatur ausgesetzt, geht es in Gährung über, die sich durch einen durchdringenden angenehmen Geruch zu erkennen giebt (Büchner).

Durch Destillation erhält man aus dieser Flüssigkeit eine ätherische ölige Substanz von großer Flüchtigkeit, welche stechenden Reiz und Thränen der Augen hervorbringt (Büchner).

Wir wissen, daß in den meisten Blüthen und Pflanzenstoffen, wenn sie riechen, dieser Geruch einem darin vorhandenen ätherischen Oel angehört, allein es ist eine nicht minder positive Erfahrung, daß andere nur insofern riechen, als sie sich verändern, oder als sie sich in Zersetzung befinden.

Das Arsen, die arsenige Säure, sind beide geruchlos, nur in dem Acte seiner Oxydation verbreitet es den penetrantesten

Knoblaubgeruch; so riechen Hollunderbeerenöl, viele Terpenthinölsorten, Citronenöl nur in dem Act ihrer Oxydation, ihrer Verwesung; dasselbe ist der Fall bei vielen Blüthen, und beim Moschus hat Geiger bewiesen, daß er seinen Geruch einer fortschreitenden Fäulniß und Verwesung verdankt.

Daher mag es denn auch kommen, daß in der Gährung von zuckerhaltigen Pflanzensäften das eigenthümliche Princip vieler Pflanzenstoffe, dem ihr Geruch angehört, erst gebildet und entwickelt wird, wenigstens riechen kleine Quantitäten von Veilchen-, Hollunder-, Linden- und Schlüsselblumenblüthen, wenn sie während der Gährung zugesetzt werden, hin, der gegohrenen Flüssigkeit den stärksten Geruch und Geschmack nach diesen Materien mitzutheilen, ein Resultat, was man durch Zusatz eines Destillats von hundertmal größeren Mengen nicht erzielt. In Baiern ganz besonders, wo der verschiedene Geschmack der Biere sie in zahllose Sorten trennt, läßt man bei manchen Bieren geringe Mengen Kräuter und Blüthen verschiedener Pflanzen mit der Bierwürze gähren, und auch am Rhein wird betrügerischer Weise in vielen Weinen ein künstliches Bouquet durch Zusatz von manchen Salbey- und Rautenarten erzeugt, insofern verschieden von dem echten Aroma, als es bei weitem veränderlicher ist, und sich nach und nach bei der Aufbewahrung des Weins wieder verliert.

Die Verschiedenheit der Traubensäfte in verschiedenen Klimaten beruht nun nicht allein auf dem Gehalte an freier Säure, sondern in der ungleichen Menge von Zucker, den sie gelöst enthalten; man kann annehmen, daß ihr Gehalt an stickstoffhaltiger Materie überall gleich ist, man hat wenigstens im südlichen Frankreich und am Rhein, in Beziehung auf die sich in der Gährung abscheidende Hefe, keinen Unterschied beobachtet.

Die in heißen Ländern gereiften Trauben, so wie die gekochten Traubensäfte sind verhältnißmäßig reich an Zucker; bei der Gährung dieses Saftes ist die völlige Zersetzung der stickstoffhaltigen Bestandtheile, ihre völlige Abscheidung im unlöslichen Zustande, früher beendigt, ehe aller Zucker seine eigene Metamorphose in Alkohol und Kohlensäure erlitten hat; es bleibt eine gewisse Menge Zucker dem Weine unzersetzt beigemischt, eben weil die Ursache einer weiteren Zersetzung fehlt.

In den Traubensäften der gemäßigten Zone ist mit der Metamorphose des Zuckers die völlige Abscheidung der stickstoffhaltigen Materien im ungelöst'en Zustande nicht bewirkt worden. Diese Weine enthalten keinen Zucker mehr, sie enthalten aber wechselnde Mengen von unzersetztem Kleber in Auflösung.

Dieser Klebergehalt ertheilt diesen Weinen die Fähigkeit, von selbst, bei ungehindertem Zutritt der Luft, in Essig überzugehen; indem er den Sauerstoff aufnimmt und unauflöslich wird, überträgt sich diese Oxydation auf den Alkohol, er verwandelt sich in Essig.

Durch das Lagern der Weine in Fässern, bei sehr gehindertem Luftzutritt und möglichst niederer Temperatur wird die Oxydation dieser stickstoffhaltigen Materien bewirkt, ohne daß der Alkohol, welcher dazu einer höheren Temperatur bedarf, Antheil daran nimmt; so lange der Wein in den Lagerfässern Unterhefe absetzt, kann er durch Zusatz von Zucker wieder in Gährung versetzt werden, aber der alte wohl abgelagerte Wein hat die Fähigkeit, durch Zuckerzusatz zu gähren und von selbst in Essig überzugehen, verloren, eben weil in ihm die Bedingung zur Gährung und Verwesung, nämlich eine in Zersetzung oder Verwesung begriffene Materie, fehlt.

Bei dem Abfüllen der jungen Weine, welche noch reich an Kleber sind, hindern wir ihren Uebergang in Essig, ihre Verwesung, durch Zusatz von schwefliger Säure, durch eine Substanz also, die den aufgenommenen Sauerstoff der Luft, in dem Faß und in dem Weine, hindert, an die organische Materie zu treten, indem sie sich selbst damit verbindet.

Auf eine ähnliche Weise, wie in den Weinen, unterscheiden sich die Biersorten von einander.

Die englischen, französischen und die meisten deutschen Biere gehen beim Zutritt der Luft in Essig über; diese Eigenschaft fehlt den baierschen Lagerbieren, sie lassen sich, ohne sauer zu werden, in vollen und halbgefüllten Fässern ohne Veränderung aufbewahren. Diese schätzbare Eigenschaft haben diese Biere durch ein eigenthümliches Verfahren in der Gährung der Bierwürze, durch die sogenannte Untergährung, erhalten, und eine vollendete Experimentirkunst hat damit eins der schönsten Probleme der Theorie gelöst.

Die Bierwürze ist verhältnißmäßig reicher an aufgelöstem Kleber als an Zucker, bei ihrer Gährung auf die gewöhnliche Weise scheidet sich eine große Menge Hefe als dicker Schaum ab, die sich entwickelnde Kohlensäure hängt sich in Bläschen den Hefetheilchen an, macht sie specifisch leichter und hebt sie auf die Oberfläche der Flüssigkeit empor.

Neben den sich zerlegenden Zuckertheilchen befinden sich Theile des in Oxydation im Innern der Flüssigkeit begriffenen Klebers. Kohlensäure von dem Zucker, unauflösliches Ferment von dem Kleber scheiden sich gleichzeitig neben einander ab, und die letzte Art von Verbindung zeigt sich in beiden durch Adhäsion.

Nach der Vollendung der Metamorphose des Zuckers bleibt noch eine große Menge Kleber in der gegohrenen Flüs-

sigkeit in Auflösung, und dieser Kleber, durch seine ausgezeichnete Neigung, Sauerstoff anzuziehen und zu verwesen, veranlaßt den Uebergang des Alkohols in Essig; mit seiner gänzlichen Entfernung und mit der Entfernung aller oxydationsfähigen Materien würde das Bier seine Fähigkeit, sauer zu werden, verloren haben. Diese Bedingungen werden nun vollkommen erfüllt durch das baiersche Gährverfahren.

Die gehopfte Würze läßt man in sehr weiten offenen Kufen in Gährung übergehen, in welchen die Flüssigkeit der Luft eine große Oberfläche darbietet; man läßt sie an kühlen Orten vor sich gehen, deren Temperatur 6—8° R. nicht übersteigt. Die Gährung dauert 3—6 Wochen; die Kohlensäure entwickelt sich nicht in großen voluminösen, auf der Oberfläche zerplatzenden Blasen, sondern in feinen Bläschen wie aus einem Säuerling, wie aus einer Flüssigkeit, die damit in höherem Drucke übersättigt war. Die Oberfläche der Flüssigkeit ist kaum mit Schaum bedeckt, und alle Hefe setzt sich auf den Boden der Kufe in Gestalt eines feinen zähen Schlammes als sogenannte Unterhefe ab.

Um sich eine klare Vorstellung von der großen Verschiedenheit der beiden Gährungsprocesse, der Ober- und Untergährung zu verschaffen, genügt es vielleicht, darauf zurückzuweisen, daß die Metamorphose des Klebers, oder der stickstoffhaltigen Bestandtheile überhaupt, in mehrere Perioden zerfällt.

In der ersten Periode geht seine Verwandlung in unauflösliches Ferment in dem Innern der Flüssigkeit vor sich, Kohlensäure und Hefe scheiden sich neben einander ab; wir wissen, daß diese Abscheidung mit einer Sauerstoffaufnahme verknüpft ist, und wir sind nur zweifelhaft darüber, ob dieser Sauerstoff von den Elementen des Zuckers, des Wassers oder von seiner eigenen Masse genommen wird, ob dieser Sauer-

ſtoff geradezu ſich damit verbindet, oder ob er an den Waſſerſtoff des Klebers tritt, damit Waſſer bildend. Bezeichnen wir, um einen Begriff feſtzuhalten, dieſe erſtere Veränderung mit Oxydation, ſo ſind alſo die Oxydation des Klebers und die Umſetzung der Atome des Zuckers in Kohlenſäure und Alkohol die beiden Actionen, die ſich gegenſeitig bedingen; ſchließen wir die eine aus, ſo hört damit die andere auf.

Oberhefe, d. h. Hefe, die ſich auf die Oberfläche der Flüſſigkeit begiebt, iſt aber nicht das Product einer vollendeten Zerſetzung, ſondern es iſt oxydirter Kleber, welcher im feuchten Zuſtande einer Umſetzung ſeiner Beſtandtheile, einer neuen Metamorphoſe, entgegen geht. Durch dieſen Zuſtand iſt er fähig, in Zuckerwaſſer wieder Gährung zu erregen, und wenn neben dieſem Zucker Kleber zugegen iſt, ſo veranlaßt der ſich zerſetzende Zucker die Metamorphoſe des aufgelöſ'ten Klebers in Hefe; in einem gewiſſen Sinne ſcheint ſich alſo die Hefe reproducirt zu haben.

Die Oberhefe iſt faulender oxydirter Kleber, deſſen Zuſtand der Fäulniß in den Elementen des Zuckers eine ähnliche Metamorphoſe hervorruft.

Die Unterhefe iſt Kleber im Zuſtande der Verweſung, es iſt verweſender oxydirter Kleber. Der abweichende Zerſetzungsproceß, in dem ſich ſeine Elemente befinden, bringt in dem Zucker eine äußerſt verlangſamte Fäulniß (Gährung) hervor. Die Intenſität der Action iſt in dem Grade gehemmt, daß kein Theilchen des aufgelöſ'ten Klebers Antheil daran nimmt. Aber der Contact des verweſenden Klebers (der Unterhefe) veranlaßt die Verweſung des in der Bierwürze gelöſ'ten Klebers, bei Zutritt der Luft wird Sauerſtoffgas aufgenommen, aller gelöſ'te Kleber ſcheidet ſich als Unterhefe vollſtändig ab.

Man kann aus gährendem Biere den Absatz, die Oberhefe, durch Filtration entfernen, ohne die Gährung aufzuheben; allein die Unterhefe kann nicht von der Flüssigkeit getrennt werden, ohne alle Erscheinungen der Untergährung zu unterbrechen; sie hört auf oder geht bei höherer Temperatur in Obergährung über.

Die Unterhefe bringt keine Obergährung hervor, sie ist zum Stellen des Backwerks untauglich, aber die Oberhefe kann die Untergährung bewirken.

Wenn man zur Würze bei einer Temperatur von 4—6° R. Oberhefe zusetzt, so erfolgt eine langsame nicht stürmische Gährung, welche, wenn man den Bodensatz benutzt, um neue Würze wieder unter denselben Umständen in Gährung zu bringen, nach mehrmaligem Wiederholen in wahre Untergährung übergeht; es wird zuletzt Unterhefe gebildet, die alle Eigenschaft verloren hat, Obergährung hervorzubringen und selbst bei 10° R. Untergährung bewirkt.

In einer Bierwürze, welche in einer niedrigen Temperatur mit Unterhefe der Gährung unterworfen wird, haben wir also die Bedingung zur Metamorphose des Zuckers in der Gegenwart der Unterhefe selbst, allein die Bedingung zur Verwandlung des Klebers in Ferment in Folge einer im Innern der Flüssigkeit vorgehenden Oxydation des Klebers ist nicht vorhanden.

In seiner Fähigkeit und seinem Streben, Sauerstoff aufzunehmen durch den Contact mit Unterhefe, die sich im Zustande der Verwesung befindet, erhöht, und in dem freien ungehinderten Zutritt der Luft haben wir aber alle Bedingungen zu seiner eigenen Verwesung, zu seinem Uebergang in den oxydirten Zustand. Gegenwart von freiem Sauerstoff und aufgelöst'em Kleber haben wir als die Bedinger

der Verweſung des Alkohols zu ſeinem Uebergange in Eſſig kennen gelernt, allein beide ſind ohne Einfluß auf den Alkohol, bei niederen Temperaturen. Der Ausſchluß der Wärme wirkt hemmend auf die langſame Verbrennung des Alkohols; der Kleber verbindet ſich von ſelbſt, wie die im Waſſer gelöſ'te ſchweflige Säure, mit dem Sauerſtoff der Luft; dieſe Eigenſchaft geht dem Alkohol ab, und während der Oxydation des Klebers in niedrigen Temperaturen befindet ſich der Alkohol neben ihm in derſelben Lage, wie bei dem Schwefeln des Weins der Kleber neben der ſchwefligen Säure. Der Sauerſtoff, der bei ungeſchwefeltem Weine ſich mit dem Kleber und dem Alkohol verbunden haben würde, tritt an keinen von beiden, er verbindet ſich mit der ſchwefligen Säure. So tritt denn in der Untergährung der Sauerſtoff der Luft nicht an Alkohol und Kleber zugleich, ſondern an letzteren allein; in höheren Temperaturen würde er an beide getreten ſein, d. h. es würde ſich Eſſig gebildet haben.

So iſt denn dieſer merkwürdige Proceß der Untergährung eine gleichzeitig vorgehende Fäulniß und Verweſung. Zucker befindet ſich in der Metamorphoſe der Fäulniß, der aufgelöſ'te Kleber im Zuſtande der Verweſung.

Die Appert'ſche Aufbewahrungsmethode und die Untergährung des Biers beruhen auf einerlei Princip.

In der Untergährung des Biers wird durch ungehinderten Zutritt der Luft alle der Verweſung fähige Materie bei einer niedrigen Temperatur abgeſchieden, in welcher der Alkohol keinen Sauerſtoff aufzunehmen fähig iſt; mit ihrer Entfernung vermindert ſich die Neigung des Biers, in Eſſig überzugehen, d. h. eine weitere Metamorphoſe zu erleiden.

In der Appert'ſchen Aufbewahrungsmethode von Speiſen läßt man den Sauerſtoff bei einer hohen Temperatur in

Verbindung treten mit der Materie der Speisen, in einem Wärmegrade, in welchem wohl Verwesung aber keine Fäulniß, keine Gährung, stattfindet. Mit der Hinwegnahme des Sauerstoffs und der Vollendung der Verwesung ist jede Ursache zur weiteren Störung entfernt. In der Untergährung wird die der Verwesung fähige Substanz, in der Appert'schen Aufbewahrungsmethode der Verweser, der Sauerstoff, entfernt.

Es ist berührt worden, daß es ungewiß ist, ob der Kleber, wenn er in Oberhefe übergeht, wenn er also aus gährenden Flüssigkeiten sich in unlöslichem Zustande ausscheidet, sich geradezu mit dem Sauerstoff verbindet, ob. also das Ferment sich von dem Kleber lediglich durch einen größeren Sauerstoffgehalt unterscheidet. Dies ist in der That eine höchst schwierig zu entscheidende Frage, da sie selbst durch die Analyse möglicher Weise nicht lösbar ist. Beachten wir z. B. das Verhalten des Alloxans und Alloxantins, von Materien, welche die nämlichen Elemente wie der Kleber, obwohl in ganz anderen Verhältnissen enthalten, so weiß man, daß das eine aus dem andern durch eine bloße Sauerstoffaufnahme entstehen oder rückwärts das eine in das andere durch Reductionsmittel verwandelt werden kann. Beide sind absolut aus denselben Elementen gebildet, bis auf 1 Aeq. Wasserstoff, was das Alloxantin mehr enthält.

Behandeln wir das Alloxantin mit Chlor und Salpetersäure, so wird es in Alloxan verwandelt, in einen Körper also, welcher Alloxantin ist, minus 1 Aeq. Wasserstoff.

Leiten wir durch eine Auflösung von Alloxan Schwefelwasserstoff, so wird Schwefel abgeschieden und Alloxantin gebildet. In dem ersten Falle, kann man sagen, ist der Wasserstoff ganz einfach hinweggenommen worden, in dem andern ist er wieder hinzugetreten.

Aber die Erklärung nimmt eine nicht minder einfache Form an, wenn man beide als verschiedene Oxyde eines und desselben Radicals betrachtet, das Alloxan als eine Verbindung von 2 Aeq. Wasser mit einem Körper $C_8 N_4 H_4 O_7$, das Alloxantin als eine Verbindung von 3 At. Wasser mit einem Körper $C_8 N_4 H_4 O_7$. Die Verwandlung des Alloxans in Alloxantin würde hiernach erfolgen, indem die 8 At. Sauerstoff, die es enthält, auf 7 At. reducirt werden, und umgekehrt würde sich aus Alloxantin Alloxan bilden durch die Aufnahme von 1 At. Sauerstoff, den es der Salpetersäure entzieht.

Man kennt nun viele Oxyde, die sich mit Wasser verbinden und sich ähnlich wie Alloxan und Alloxantin verhalten; man kennt aber keine der obigen ähnliche Wasserstoffverbindung, welche Hydrate bildet, und die Gewohnheit, welche das Unähnliche bis zur Entscheidung der Eigenthümlichkeit zurückweis't, läßt uns eine Meinung vorziehen, für die man, genau betrachtet, keine Gründe hat, als die Analogie. In den Isatis-, den Nerium arten, dem Waid ist nun, wie man weiß, eine stickstoffhaltige Materie, ähnlich in mancher Beziehung dem Kleber, enthalten, eine Substanz, welche sich als blauer Indigo abscheidet, wenn der wässerige Aufguß der getrockneten Blätter der Einwirkung der Luft ausgesetzt ist. Man ist durchaus im Zweifel, ob der blaue unlösliche Indigo ein Oxyd des farblosen löslichen, oder der letztere die Wasserstoffverbindung des blauen ist. Dumas hat nämlich in beiden dieselben Elemente gefunden, bis auf 1 Aeq. Wasserstoff, was der lösliche Indigo mehr enthält, als der blaue.

Wie man leicht bemerkt, kann man den löslichen Kleber als eine Wasserstoffverbindung betrachten, welche, der Luft unter geeigneten Bedingungen ausgesetzt, durch die Ein-

wirkung des Sauerstoffs eine gewisse Quantität Wasserstoff verliert und dadurch zu unlöslichem Ferment wird; jedenfalls geht aus der Abscheidung der Hefe in der Conservation des Weins und der Untergährung bei dem Biere, welche in beiden Fällen nur bei Zutritt von Sauerstoff erfolgt, bis zur Evidenz hervor, daß der Sauerstoff den unlöslichen Zustand bedingt.

In welcher Form nun auch der Sauerstoff hinzutreten mag, gleichgültig, ob er sich direct mit dem Kleber verbindet, oder ob er an eine Portion seines Wasserstoffs tritt und damit Wasser bildet; die Producte, welche in Folge seiner Verwandlung in Ferment im Innern der gährenden Flüssigkeit gebildet werden, diese Producte müssen einerlei Beschaffenheit besitzen.

Denken wir uns den Kleber als eine Wasserstoffverbindung, so wird sein Wasserstoff in der Gährung des Traubensaftes und der Bierwürze hinweggenommen werden, indem er sich mit Sauerstoff verbindet, gerade so wie bei der Verwesung des Alkohols zu Aldehyd.

Die Atmosphäre ist abgeschlossen; dieser Sauerstoff wird also nicht aus der Luft, er kann nicht von den Elementen des Wassers genommen werden, weil es unmöglich ist, anzunehmen, daß sich der Sauerstoff von dem Wasserstoff des Wassers trenne, um mit dem Wasserstoff des Klebers wieder Wasser zu bilden. Die Elemente des Zuckers müssen demnach diesen Sauerstoff liefern, d. h. es muß in Folge der Bildung des Ferments eine Portion Zucker auf eine andere Weise zersetzt werden, als dies durch seine eigene Metamorphose geschieht; eine gewisse Portion Zucker wird keinen Alkohol und keine Kohlensäure liefern; es müssen sich aus seinen Elementen andere, an Sauerstoff ärmere Producte bilden.

Es ist schon früher auf diese Producte hingewiesen worden, sie sind es, welche eine so große Verschiedenheit in den Qualitäten der gegohrenen Flüssigkeiten und namentlich in ihrem Alkoholgehalte bedingen.

Der Traubensaft, die Bierwürze liefern also in der Obergährung keineswegs eine dem Zuckergehalte entsprechende Menge von Alkohol, eben weil eine Portion Zucker zur Verwandlung des Klebers in Ferment, in Hefe, und nicht zur Alkoholbildung verwendet wird. Dies muß aber vollständig in der Untergährung, dies muß auf's Vollständigste bei allen Gährungen stattfinden, wo die Metamorphose des Zuckers nicht begleitet ist von Hefenbildung.

Es ist eine entschiedene Thatsache, daß in der Branntweinbrennerei aus Kartoffeln, wobei sich keine oder nur eine dem Malzzusatze entsprechende Quantität Hefe bildet, daß bei der Gährung der Kartoffelmaische, eine dem Kohlenstoffgehalt der Stärke genau entsprechende Menge von Alkohol und Kohlensäure gewonnen werden kann, und daß das Volum der Kohlensäure, die sich durch Gährung aus den Runkelrüben entwickelt, keine scharfe Bestimmung ihres Zuckergehaltes zuläßt, weil man weniger an Kohlensäure erhält, als dieser Zucker für sich in reinem Zustande liefern würde.

Bei gleichen Quantitäten Malz enthält das durch Untergährung erhaltene Bier mehr Alkohol und ist berauschender, als das obergährige. Man schreibt gewöhnlich den kräftigen Geschmack des ersteren einem größeren Gehalte von Kohlensäure, einer festeren Bindung derselben zu, allein mit Unrecht. Beide Biersorten sind nach Vollendung der Gährung absolut gleich mit Kohlensäure gesättigt; wie alle Flüssigkeiten müssen beide in der Gährung von der aus ih-

rem Innern entweichenden Kohlensäure eine Quantität zurückbehalten, die genau der Temperatur und ihrem Auflösungsvermögen, d. h. ihrem Volumen, entspricht.

Die Temperatur, in welcher die Gährung vor sich geht, hat einen höchst wichtigen Einfluß auf die Quantität des erzeugten Alkohols; es ist erwähnt worden, daß Runkelrübensaft, den man bei 30° bis 35° in Gährung übergehen läßt, keinen Alkohol liefert, daß man an der Stelle des Zuckers eine der Gährung nicht fähige sauerstoffärmere Substanz, den Mannit, daß man Milchsäure und Schleim vorfindet. Mit der Abnahme der Temperatur vermindert sich die Bildung dieser Producte; allein es ist in stickstoffhaltigen Pflanzensäften natürlich unmöglich, die Grenze festzusetzen, wo die Metamorphose des Zuckers allein erfolgt, wo sie also unbegleitet ist von einer eingreifenden störenden Zersetzungsweise.

Aus der Untergährung des Biers weiß man, daß durch die Mitwirkung des Sauerstoffs der Luft, neben der niedrigen Temperatur, durch zwei Bedingungen also, die vollkommene Metamorphose des Zuckers erfolgt, weil die Ursache der Störung derselben, weil dem Streben des Klebers, sich in unlösliches Ferment zu verwandeln, durch Hinzuführung von Sauerstoff von Außen her genügt wird.

Bei dem Beginn der Gährung des Traubensaftes und der Bierwürze ist die Menge der in Metamorphose begriffenen Materien natürlich am größten, alle Erscheinungen, welche sie begleiten, Gasentwickelung und Erhöhung der Temperatur, treten in dieser Periode am stärksten ein; mit der Zersetzung der größeren Menge Zucker und Kleber vermindern sich die Zeichen der im Innern vorgehenden Zersetzung, ohne daß sie aber eher als vollendet angesehen werden kann, als bis sie völlig verschwinden.

Die langsam fortdauernde Zersetzung nach der schnell eintretenden stürmischen oder lebhaften Gasentwickelung nennt man Nachgährung; bei dem Weine wie bei dem Biere dauert sie bis zum völligen Verschwinden ihres Zuckergehaltes fort, das specifische Gewicht der Flüssigkeit nimmt viele Monate hindurch noch ab. Die Nachgährung ist in den meisten Fällen eine wahre Untergährung, in welcher zum Theil die Metamorphose des noch aufgelöst'ten Zuckers in Folge der fortschreitenden Zersetzung der Unterhefe bewirkt wird, ohne daß übrigens damit bei Luftausschluß eine vollkommene Ausscheidung der gelöst'ten stickstoffhaltigen Materien bedingt wird.

In mehreren deutschen Staaten hat man den günstigen Einfluß eines rationellen Gährungsverfahrens auf die Qualität der Biere sehr wohl erkannt; man hat z. B. im Großherzogthum Hessen beträchtliche Preise auf die Darstellung von Bier nach dem baierschen Gährungsverfahren ausgesetzt, und diese Preise werden Demjenigen zuerkannt, welcher nachweisen kann, daß sein Fabricat sich 6 Monate lang in Lagerfässern aufbewahren ließ, ohne sauer zu werden. Hunderte von Fässern Bier sind an den meisten Orten im Anfange zu Essig geworden, bis man zu einer empirischen Kenntniß der Bedingungen gelangte, deren Einfluß durch die Theorie vorausgesetzt und zum Bewußtsein gebracht wird.

Weder der Alkoholgehalt, noch der Hopfen allein, noch beide zusammen schützen das Bier vor dem Sauerwerden; in England gelingt es mit einem Verlust der Zinsen eines ungeheuren Kapitals, die besseren Sorten Ale und Porter vor dem Uebergange in Säure dadurch zu schützen, daß man sie in damit angefüllten ungeheueren faßartigen verschlossenen Gefäßen, deren Oberfläche mit Sand bedeckt ist,

mehrere Jahre liegen läßt, daß man sie also ähnlich behandelt, wie die Weine in dem sogenannten Ablagern.

Durch die Poren des Holzes findet ein schwacher Luftwechsel Statt; die Menge der stickstoffhaltigen Materie im Verhältniß zu dem zutretenden Sauerstoff ist so groß, daß dieser Sauerstoff dadurch gehindert wird, an den Alkohol zu treten; aber auch das nach diesem Verfahren behandelte Bier hält sich bei Luftzutritt in kleineren Gefäßen nicht über zwei Monate lang.

Pilz- und Infusorien-Gährung.

Die mikroskopischen Untersuchungen gährender und faulender Pflanzen- und Thiersubstanzen haben in der neuesten Zeit zu der Meinung geführt, daß die Ursache der dem Anschein nach von selbst in diesen Materien eintretenden Veränderungen, daß die Gährung und Fäulniß derselben hervorgerufen werden in Folge der Entwickelung von Pilzen oder mikroskopischen Thieren, deren Keime und Eier sich auf eine für uns nicht wahrnehmbare Weise verbreiten und überall zur Entwickelung gelangen, wo sich ein zu ihrer Ernährung geeigneter Boden darbietet.

In diesem Sinne haben einige Naturforscher die Gährung der Bierwürze und des Traubensaftes dargestellt; sie behaupten nämlich, daß die Zerlegung des Zuckers in Alkohol und

Kohlensäure bedingt werde, durch den Contact der Zuckertheilchen mit den sich entwickelnden Pflanzen, als welche sie das sich abscheidende Ferment betrachten, ohne übrigens auf die letzte Ursache des Zerfallens der Bestandtheile des Zuckers näher einzugehen. Man hat sich darin gefallen, diese Ansicht als entgegengesetzt der Theorie anzusehen, die im Vorhergehenden entwickelt worden ist, und den Contact (die Berührung) als die Ursache einer sich äußernden eigenthümlichen Thätigkeit (Kraft) zu bezeichnen.

In allen chemischen Processen, in allen Veränderungen, welche durch Affinität bewirkt werden, beobachten wir nun, daß der Contact (die Berührung) die Hauptbedingung der sich äußernden Thätigkeit ist, und die Chemiker haben deshalb die Affinität als eine Kraft bezeichnet, insofern verschieden von anderen Kräften, als sie nur bei unmittelbarer Berührung oder in Entfernungen wirkt, welche unmeßbar klein sind. In einer jeden Verbindung oder Zersetzung spielt deshalb der Contact insofern eine Hauptrolle, als ohne Contact weder eine Verbindung noch Zersetzung wahrgenommen wird. Alle Materien, welche Verbindung oder Zersetzung bewirken, sind in dieser Beziehung Contactsubstanzen.

In der entwickelten Theorie der Fäulniß und Gährung ist keineswegs angenommen worden, daß das Ferment auf eine meßbare Entfernung hin die Zerlegung des Zuckers bewirken könne; in dieser Beziehung stehen also diese Ansichten einander nicht entgegen, nur darin weichen sie von einander ab, daß nach der einen Ansicht die Hefe als ein Körper betrachtet wird, dessen kleinste Theilchen sich in einem Zustande der Bewegung (Umsetzung) befinden, die sich auf die Zuckertheilchen überträgt und in diesen eine ähnliche Umsetzung hervorruft, während nach der andern die Hefentheil-

chen Pilze sind, welche aus Keimen oder Samen durch die Atmosphäre in die gährungsfähige Flüssigkeit gelangen und dort sich auf Kosten der stickstoffhaltigen Bestandtheile derselben entwickeln in der Art, daß diese Bestandtheile sich in Pilze verwandeln und als solche abgeschieden werden. Durch den Contact der sich entwickelnden Pilze mit den Zuckertheilchen zerfallen diese in Kohlensäure und Alkohol, was natürlich nichts Anderes sagen will, als daß durch den Act ihrer Vegetation eine Störung in der chemischen Anziehung der Elemente des Zuckers bewirkt wird, in deren Folge sie sich zu neuen Verbindungen ordnen.

In den Versuchen Gay-Lussac's über die Gährung zeigte sich nun, daß Traubensaft, der bei Abhaltung aller Luft über Quecksilber ausgedrückt worden war, nicht in Gährung kam, bei Berührung mit Luft stellte sie sich hingegen in wenigen Stunden ein; er zeigte ferner, daß die Gährung sogleich beginnt, wenn man diesem Safte Sauerstoffgas zuführt, von welchem dem Maße nach $\frac{1}{120}$ so viel von dem Safte absorbirt wird, als sich während der Gährung kohlensaures Gas entwickelt. Da man nun in dem chlorsauren Kali oder dem Braunstein, aus denen das Sauerstoffgas gewonnen wird, das Vorhandensein von Pilzkeimen oder Samen nicht voraussetzen kann, so ist es schwer, die Ursache der Zersetzung einer sich entwickelnden Vegetation zuzuschreiben.

Gay-Lussac zeigte zuletzt, daß der Saft durch Einführung der Poldrähte einer galvanischen Säule in Gährung käme, wo also die Zufuhr irgend einer Substanz von Außen gänzlich abgeschlossen war. Die Ansicht, daß die Gährung des Zuckers durch den Contact mit einer sich entwickelnden Pflanze bewirkt werde, muß demnach voraussetzen, daß sich lebendige Wesen, Pflanzen z. B., ohne allen Keim und Sa-

men zu entwickeln vermögen, was Allem widerspricht, was aus positiven Beobachtungen über die Bedingungen der Entwickelung einer Pflanze geschlossen werden kann.

Gewiß ist, daß die Ernährung der bei völligem Abschluß des Lichtes sich entwickelnden Schwämme und Pilze nach anderen Gesetzen vor sich geht, als die der grünen Gewächse, und keinem Zweifel kann es unterliegen, daß es der faulende Körper oder die durch seine Fäulniß entstehenden neuen Producte sind, welche direct in diese Art von Pflanzen übergehen und durch die in ihnen wohnende Lebensthätigkeit eine organisirte Form erhalten. Während ihres Wachsthums hauchen sie nämlich beständig kohlensaures Gas aus, sie geben also Kohlenstoff an die Atmosphäre ab und nehmen an Gewicht zu unter Umständen, wo das Gewicht aller anderen Gewächse sich vermindert. Es ist deshalb möglich und wahrscheinlich, daß sich Pilze in gährenden und faulenden Substanzen zu entwickeln vermögen, insofern die entstehenden Producte der Fäulniß zu ihrer Ernährung sich eignen. Wenn wir nun eine gewisse Masse dieser Pilze mit Wasser der Siedhitze aussetzen, so wird ihre Lebensfähigkeit und aller Keim zu einer weiteren organischen Entwickelung unterdrückt und zerstört; setzen wir sie nun in diesem Zustande einer geeigneten Temperatur aus, so stellt sich in der Masse eine Gasentwickelung ein, sie gehen in Fäulniß, und bei Zutritt der Luft in Verwesung über, und wir behalten in letzter Form nichts Anderes, als ihre unorganischen Elemente übrig. Die Fäulniß ist also hier nicht als der Act der Bildung organischer Wesen, sondern als der Act des Ueberganges ihrer Elemente in unorganische Verbindungen anzusehen.

Beobachtungen anderer Art, so namentlich, daß Fleisch und andere Theile thierischer Körper in mehreren Wochen

nicht in Fäulniß übergehen, wenn sie frisch in ein Gefäß gebracht werden, welches ausgeglühte Luft enthält, haben nicht wenig dazu beigetragen, die Meinung zu stützen, daß der Fäulnißproceß durch die Entwickelung niederer organischer Wesen bedingt werde, allein alle diese Versuche haben für diesen Schluß nur einen untergeordneten Werth. Bei Versuchen, die der Autor anstellte, um Chinin in dem Urin von Kranken zu entdecken, welche diese Substanz als Arzneimittel zu sich genommen hatten, zeigte sich die auffallende Erscheinung, daß dieser Urin, dessen Harnstoff unter anderen Umständen sich sehr oft schon in 6—8 Stunden vollkommen in kohlensaures Ammoniak verwandelt, selbst nach mehreren Wochen nicht in vollständige Fäulniß übergegangen war; erst nach 14 Tagen zeigte sich bei Zusatz von Säuren ein schwaches Aufbrausen, Grund genug, um der Gegenwart des Chinins in diesem Harne einen Antheil daran zuzuschreiben. Es ergab sich aber in weiteren Versuchen, daß frischer Urin in ganz reinen Gefäßen sich genau auf dieselbe Weise verhält. Wird dem frischen Urin hingegen etwas faulender Urin zugesetzt, so wird seine Fäulniß in hohem Grade beschleunigt; ganz besonders wirksam in dieser Hinsicht zeigt sich Holz, in welchem gefaulter Urin aufbewahrt wurde, und der weiße oder gelblich weiße Absatz aus faulem Urin, welcher keine organisirte Form besitzt, bewirkt die Verwandlung des Harnstoffs in kohlensaures Ammoniak schon in wenigen Stunden.

So erhält sich frisches Fleisch in einem reinen Glasgefäße, ganz gleichgültig, ob in gewöhnlicher oder geglühter Luft, mehrere Wochen lang anscheinend ohne eine sehr bemerkliche Veränderung, obwohl es unausgesetzt der Luft Sauerstoff entzieht und Kohlensäure ausgiebt, und bei Gegenwart

der nöthigen Menge Wasser geht es in Fäulniß über, ohne daß diese durch die geglühte Luft aufgehalten oder gehindert wird.

Niemand wird den Käfern, welche in Beziehung auf ihre Nahrung auf die Thierexcremente angewiesen sind, den Zustand der Zersetzung oder Fäulniß zuschreiben, in welchem sich diese Excremente befinden, ebenso wenig ist dieser Schluß zulässig für die Käsemilben und die Würmer, die wir oft in so ungeheurer Anzahl in den Käsen finden.

Wenn wir uns nun denken, daß die Zwischen-Producte, welche in dem Uebergange eines Thier- oder Pflanzenstoffes in unorganische Verbindungen gebildet werden, die Fähigkeit besitzen, das Leben gewisser niederer Thier- und Pflanzenklassen zu unterhalten, so bleibt nur die Art und Weise dunkel, wie die Keime der Pilze und die Eier der Infusorien an die Orte gelangen, welche sich zu ihrer Entwickelung eignen, denn einmal auf dem Boden angelangt, der ihnen Nahrung darbietet, ist ihre so außerordentliche Vermehrung seit Ehrenberg's Entdeckungen kein Räthsel mehr. Wenn wir nun ferner beachten, daß die Infusorien nur bis zu einem gewissen Zeitpunkte an Größe zunehmen, daß ihr Wachsthum eine Grenze hat, so muß daraus geschlossen werden, daß ihre Nahrung, wenn auch nur von dem Punkte ihrer vollkommneren Ausbildung an, ganz ähnlich, wie in den höheren Thieren in der Form von Excrementen wieder aus ihrem Körper tritt. Wie allen anderen Excrementen muß ihnen die Fähigkeit, in Fäulniß und Zersetzung überzugehen, in einem ausgezeichneten Grade zukommen, und dieser Zustand muß durch die Berührung mit dem faulenden Körper, in dem sie sich befinden, jedenfalls hervorgerufen werden; die Vermehrung der Infusorien muß hiernach an sich selbst eine

Beschleunigung und Verbreitung des Fäulnißprocesses in dem faulenden Körper nach sich ziehen. Die letzten Producte der Fäulniß und Verwesung von Thier- und Pflanzensubstanzen sind Kohlensäure, Ammoniak und Wasser; für die Auffassung des chemischen Processes, durch welchen dieser Uebergang bewirkt wird, ist die Kenntniß der intermediären Verbindungen, welche diese Elemente bilden, von großem Interesse, allein es ist chemisch in Beziehung auf den Vorgang selbst ganz gleichgültig, ob die ersten, zweiten oder dritten Producte, ehe sie sich in die letzten verwandeln, die Form von Pilzen oder lebendigen Thieren (Infusorien) annehmen; sie selbst, diese Pflanzen oder Thiere, sind nicht die Ursachen des Uebergangs, denn sie erleiden ja nach ihrem Tode die nämlichen Veränderungen, die dann zuletzt ihr völliges Verschwinden bewirken.

Die ungeheuren Lager von mikroskopischen Schalthieren in der Kreide, in den Kieselinfusorien, enthalten keine organischen Substanzen mehr. Der Kalk ihres Gehäuses, die Kieselerde ihres Panzers stammen von dem Wasser, in dem sie sich entwickelten; wäre dieses Wasser nicht kalkhaltig oder kieselsäurehaltig gewesen, so würden sich diese Thiere nicht haben bilden können, hätten diese Thiere in den Producten der Fäulniß vorangegangener Thiergeschlechter (deren Ueberreste wir z. B. in dem Muschelkalke finden) keine Nahrung gefunden, so würden sie sich ebenfalls nicht entwickelt und ohne Zusammenwirken beider Bedingungen nicht zu so ausgedehnten Massen und Lagern vermehrt haben.

Allein diese Thiere sind nicht die Ursache der Bildung des Kalk- oder Kieselagers, so wenig wie sie die Ursache der Fäulniß und Verwesung der Substanzen waren, die ihnen ihre organischen Bestandtheile lieferten. Wären diese

Thiere nicht vorhanden geweſen, ſo würde ſich freilich keine Kreide, aber es würde ſich Marmor oder ein anderer Kalkſtein, die Kieſelerde würde ſich als Kieſelſchiefer oder Quarz aus dem Waſſer nach ſeinem Verdunſten abgeſetzt haben. Es iſt alſo nur die Form, welche dieſe Lager durch das organiſche Leben erhielten, allein die Subſtanz der Lager ſelbſt, die Kreide, iſt chemiſch in keiner Weiſe verſchieden von dem kryſtalliſirten Kalkſpath, und zur Erklärung ihres Urſprungs möchten wohl die nämlichen Anſichten vollkommen ausreichend ſein, die man für die Bildung der jüngeren Kalkformationen für ausgemachte Wahrheiten anſieht.

Der Uebergang der Beſtandtheile eines Elephanten in luftförmige Verbindungen iſt ganz derſelbe Proceß und iſt bedingt durch dieſelben Urſachen, welche den Leib des letzten mikroſkopiſchen Thieres, was ſeine Elemente von einer Reihe ihm vorangehender anderer Thiergeſchlechter erhielt, nach ſeinem Tode zerſtörten. Die letzten Producte ſind in beiden Fällen identiſch.

Weit wunderbarer und unbegreiflicher ſind Beobachtungen anderer Art über das Verhalten und die Functionen gewiſſer mikroſkopiſcher Thiere, aus denen Schlüſſe über die Ernährung und Entwickelung dieſer Geſchöpfe zu folgern ſcheinen, welche Allem entgegengeſetzt ſind, was wir über den Ernährungsproceß anderer, aber höherer Thierklaſſen wiſſen.

In einer Abhandlung über die Zuſammenſetzung der Salzſoolen in Kurheſſen erwähnt Pfannkuch der merkwürdigen Erſcheinung, daß die ſchleimige Maſſe, welche ſich dort in den Käſten bildet, in denen die von den Dornwänden der Gradirgebäude herunterfallende Soole wieder aufgefangen wird, ein Gas einſchließt, welche reines Sauerſtoffgas iſt. Die friſch aus dem Schacht durch die Pumpen geför-

derte Soole ist vollkommen klar, enthält 5 p. c. Salz, Gyps und eine so beträchtliche Menge Schwefelwasserstoff, daß sie für ein Schwefelwasser gelten konnte.

In diesem Salzwasser bildet sich nun in den Sommermonaten bei anhaltendem klaren Wetter eine schleimige durchscheinende Masse, die den Boden 1 — 2 Zoll hoch bedeckt. Ueberall ist diese Materie mit großen oft mehrere Zoll breiten Luftblasen durchsetzt, die in Menge emporsteigen, sobald man mit einem Stocke die sie einschließenden Häute zerreißt. Die Menge dieser Luftblasen ist nach Wöhler so groß, daß es leicht gewesen wäre, in kurzer Zeit Hunderte von Flaschen damit zu füllen, sie ist so reich an Sauerstoffgas, daß sich ein glimmender Holzspan sogleich darin wieder entflammt und mit glänzendem Feuer verbrennt. Diese Luft zeigte sich in der Analyse aus 51 p. c. Sauerstoff und 49 p. c. Stickgas zusammengesetzt und es scheint nicht zweifelhaft zu sein, daß sie ursprünglich ganz reines Sauerstoffgas war, welches sich wie Gas in einer thierischen Blase mit atmosphärischer Luft auswechselte. Wenn in der That der Wasserstand in diesem Kasten sehr niedrig ist, so daß die Blasen mit der Luft beinahe in unmittelbare Berührung kamen, so zeigen sich die Blasen wie vorher, allein in diesem Falle geht die Diffusion so rasch von statten, daß man nur atmosphärische Luft darin findet (Wöhler).

Durch die mikroskopische Untersuchung der schleimigen membranosen Masse fand nun Wöhler, daß sie fast ganz aus lebenden sich bewegenden Infusorien bestand und zwar aus den Navicula- und Gaillionella-Arten, die in den Freiberger papierartigen Gebilden und in dem Kieselguhr von Franzensbad vorkommen. Das Ganze besaß eine schwach grünliche Färbung und zeigte sich mit höchst feinen farblosen

Conferven-Fäden durchwebt. Die schleimige Masse gab nach dem Auswaschen und Trocknen eine papierähnliche Masse, welche beim Erhitzen deutlich Ammoniak ausgab, also einen Gehalt an Stickstoff besaß; sie hinterließ eine weiße Asche, welche mit etwas Salzsäure behandelt Kieselskelette hinterließ, die noch ebenso unverändert und scharf die Form der Thiere hatten, daß man den frischen Schleim zu betrachten glaubte (Wöhler).

Diese Beobachtungen sind von außerordentlichem Interesse, denn, so fragt Wöhler, woher kommt nun das Sauerstoffgas, von den Conferven oder den Infusorien? In Betracht der so großen Menge Sauerstoff und der überwiegenden Menge von Infusorien sollte man denken: von diesen, allein wie sehr streitet dies gegen alle Analogie. Das Wasser kommt auf einer Tiefe von 500 Fuß, sein Gehalt an Schwefelwasserstoff beweis't, daß es aus einem Gebirgslager kommt, welches faulende Thiersubstanzen enthält, durch deren Wirkung auf die vorhandenen schwefelsauren Salze der Schwefelwasserstoff gebildet worden ist, und in diesem Wasser entspringt, unter Mitwirkung des Sonnenlichtes, eine Sauerstoffquelle, dem Anscheine nach weit ergiebiger, als wir sie in den grünenden Pflanzen kennen! Schon vor 56 Jahren sind von Sir B. Thompson *) (dem nachmaligen Grafen Rumford?) Versuche bekannt gemacht worden, deren Resultat zu merkwürdig ist, um nicht mit den eigenen Worten des Autors hier wiedergegeben zu werden.

Thompson fand nämlich, daß Seide, Baumwolle, Schaafwolle, Eiderdunen und andere organische Substanzen zu wahren Quellen von Sauerstoffgas werden, wenn sie

*) Phil. Transact. of the R. S. Vol. LXXVII. p. 198. 1787.

durch Waschen von der Luft befreit, in einer ganz mit Brunnenwasser angefüllten reinen Glasglocke dem Sonnenlichte ausgesetzt werden. Nach 2—3 Tagen nahm das Wasser eine grünliche Färbung an und von diesem Augenblicke zeigt sich die Gasentwickelung.

»120 Gran Baumwolle in einer Glocke, welche 296 C.-Z. »Brunnenwasser enthielt, entwickelten in den ersten 4—5 »Tagen 2¾ C.-Zoll Gas, welches fast keinen Sauerstoff »enthielt, erst am sechsten Tage, als die Sonne sehr heiß »schien, färbte sich das Wasser plötzlich grün und lieferte »nach 6 weiteren Tagen 44½ C.-Z. Sauerstoffgas von be»trächtlicher Reinheit. Nach dem Aufhören der Gasentwi»ckelung nahm das Wasser und die Baumwolle eine schwach »gelbliche Farbe an. Als er das Wasser von der Baum»wolle unter dem Mikroskope betrachtete, so zeigte sich darin »eine große Anzahl außerordentlich kleiner fast runder Thier»chen; in allem Wasser, was die grünliche Farbe besaß, wa»ren diese Thiere enthalten, so daß die Farbe selbst durch »ihre Gegenwart bedingt schien.« Am Schlusse seiner zahlreichen Versuche sagt Thompson:

»Alle aufgezählten Erscheinungen lassen sich vielleicht er»klären, wenn man annimmt, daß die in den verschiedenen »Experimenten erzeugte Luft in der Wassermasse aus der »grünen Materie entstanden sei und daß die Blätter, die »Seide, Baumwolle ꝛc. nur ihre Entwickelung erleichterten, »insofern sie eine geeignete Oberfläche zur Ansammlung und »Annahme der Luftform darboten.

»Diese Erscheinungen erklären sich auch durch die der »Hypothese von Priestley günstige Annahme, daß die »grüne Materie aus Pflanzen besteht, die, an der Oberfläche

»der im Wasser befindlichen Körper sich anheftend, darin »wächst und in Folge der Vegetation die Luft erzeugt.

»Ich würde dieser Meinung gern beipflichten, wenn nicht »eine äußerst sorgfältige und aufmerksame Untersuchung des »grünen Wassers mit einem trefflichen Mikroskope zur Zeit, »wo es die reine Luft am reichlichsten gab, mich überzeugt »hätte, daß es gerade in dieser Periode nichts enthält, dem »man pflanzliche Natur zuschreiben könnte. Die färbende »Materie des Wassers ist thierischer Natur und nichts An»deres, als die Anhäufung einer unendlichen Anzahl sehr »kleiner leichtbeweglicher Thierchen.«

In einer höchst interessanten Abhandlung der Herren Auguſt und Charles Morren (in den Schriften der Akademie zu Brüssel 1841) zeigen sie, daß sich aus Wasser unter Mitwirkung organischer Verhältnisse »Gas« entwickelt, welches bis 61 p. c. Sauerstoff enthält, und sie schließen ihre Abhandlung mit den Worten: »Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich mit Bestimmtheit, daß das Phänomen der Sauerstoffentwickelung dem Chlamidomonas pulvisculus (Ehrenberg) und einigen anderen noch niedriger stehenden grünen Thierchen zugeschrieben werden muß.«

Der Autor benutzte die Gelegenheit, die ein sehr stark grün, durch verschiedene Arten von Infusorien gefärbtes, Wasser aus einem Brunnentroge seines Gartens darbot, um sich von der Richtigkeit dieser seit so langem schon beobachteten merkwürdigen Thatsache zu überzeugen; dieses Wasser durch ein feines Sieb von allen Pflanzentheilen befreit, in einem ganz damit angefüllten großen Becherglase, dessen Oeffnung umgekehrt in einer Porzellanschale mit demselben Wasser gesperrt war, überließ man im Freien stehend mehrere Wochen lang der Einwirkung des Sonnenlichtes.

Während dieser Zeit nun sammelte sich unausgesetzt in dem obern Theile des Glases Gas an, was sich beständig vermehrte; nach 14 Tagen waren ⅓ Wasser aus dem Glase verdrängt, und in dem Gase, was seinen Platz angenommen hatte, entzündete sich ein glimmender Holzspan, es verhielt sich wie ein sehr reines Sauerstoffgas. Ausdrücklich muß hier hervorgehoben werden, daß in dem Wasser vor der Aussetzung an das Sonnenlicht, mit einem der besten Mikroskope von Plößl untersucht, keine Art von Conferven-fäden oder irgend einer Pflanzensubstanz wahrnehmbar war *).

Ohne einen Schluß irgend einer Art in Hinsicht auf die Ernährungsweise dieser Thiere zu wagen, bleibt unter allen Umständen gewiß, daß in einem Wasser, in welchem sich lebendige Infusorien unter der Einwirkung des Lichtes befinden, eine Quelle von Sauerstoffgas sich bildet; es bleibt gewiß, daß von dem Augenblicke an, wo diese Thiere in dem Wasser wahrgenommen werden, dieses Wasser aufhört, schädlich oder nachtheilig auf Pflanzen oder Thiere zu wirken, denn es ist unmöglich anzunehmen, daß sich reines Sauerstoffgas aus einem Wasser entwickeln kann, was noch irgend faulende oder verwesende Materien enthält, welche die Fähigkeit haben, sich mit diesem Sauerstoff zu verbinden. Es ist nun klar, daß wenn wir einem solchen Wasser irgend einen Pflanzen- oder Thierstoff in faulendem oder verwesendem Zustande zusetzen, so wird dieser Stoff neben der Sauerstoffquelle in unendlich viel kürzerer Zeit in die letzten Pro-

*) 100 Cubikzoll Wasser, mit Luft gesättigt, enthalten in der Form von Luft, nach den Versuchen von Humboldt und Gay-Lussac, noch nicht über 1,6 C.-Zoll Sauerstoffgas.

ducte seiner Oxydation aufgelöst werden, als wenn diese Infusorien darin fehlen. In diesen Thieren oder vielleicht nur in gewissen Klassen derselben, in dem reinen Sauerstoff, der in einer uns unbegreiflichen Weise ihr Erscheinen begleitet, erkennen wir demnach die wunderbarste und weiseste Ursache, welche in dem Wasser alle das Leben der höheren Thierklassen vernichtende Substanzen daraus entfernt und an ihrem Platze Nahrungsstoff für die Pflanzen (Kohlensäure) und das zur Respiration der Thiere unentbehrliche Sauerstoffgas schaffen. Sie können nicht die Ursachen der Fäulniß, der Erzeugung giftiger, auf das Pflanzen- und Thierleben wirkender Producte sein, sondern sie sind vorhanden, sie erscheinen um den Uebergang der Elemente faulender organischer Materien in die letzten Producte zu beschleunigen.

Unter den Pilzen und Schwämmen giebt es viele Arten, welche ohne alles Licht sich entwickeln, deren Zunahme an Masse, deren Leben begleitet ist von allen Erscheinungen, welche das Thierleben charakterisiren, sie verderben die Luft, indem sie Sauerstoff absorbiren und Kohlensäure aushauchen; in chemischer Beziehung verhalten sie sich wie Thiere, deren die Bewegung mangelt. (Siehe Anhang zu Theil II.)

Im Gegensatze zu dieser Klasse von Wesen, welche kaum Pflanzen zu nennen sind, giebt es lebendige Geschöpfe mit Bewegung begabt und den Organen versehen, welche die Thiere charakterisiren, die sich im Lichte verhalten wie die grünen Pflanzen, welche, indem sie sich vergrößern und vermehren, Quellen schaffen von Sauerstoff, der durch sie überall hingelangt, wo sein Zutritt in der Form von Luft gehindert oder verschlossen ist.

Die Verweſung der Holzfaſer.

Die Verwandlung der Holzfaſer in die Materien, welche man Humus und Moder genannt hat, iſt durch ihren Einfluß auf die Vegetation einer der merkwürdigſten Zerſetzungsproceſſe, welche in der Natur vor ſich gehen.

Von einer andern Seite ſcheint die Verweſung nicht minder wichtig, inſofern ſie der große Naturproceß iſt, in welchem die Vegetabilien den Sauerſtoff an die Atmoſphäre wieder zurückgeben, den ſie im lebenden Zuſtande derſelben entzogen haben.

Wir haben bei der Holzfaſer drei in ihren Reſultaten verſchiedene Zerſetzungsweiſen in Betracht zu ziehen.

Die eine geht vor ſich im befeuchteten Zuſtande, bei freiem und ungehindertem Zutritte der Luft, die zweite bei Abſchluß der Luft, und die dritte, wenn die Holzfaſer, mit Waſſer bedeckt, ſich in Berührung befindet mit faulenden organiſchen Stoffen.

In trockner Luft oder unter Waſſer erhält ſich die Holzfaſer, wie man weiß, Jahrtauſende ohne bedeutende Veränderung, aber ſie kann im befeuchteten Zuſtande mit der Atmoſphäre nicht in Berührung gebracht werden, ohne von dem Augenblicke an eine Veränderung zu erleiden, ſie verwandelt ohne Aenderung des Volumens den umgebenden Sauerſtoff, wie ſchon erwähnt, in Kohlenſäure, und geht nach und nach in eine gelbbraune, braune oder ſchwarze Materie von geringem Zuſammenhange über.

In den Verſuchen von de Sauſſure verwandelten 240 Th. trockne Eichenſpäne 10 Cubikzoll Sauerſtoff in eben ſo viel kohlenſaures Gas, welches 3 Gewichtstheile Kohlenſtoff enthält; das Gewicht der Späne fand ſich aber um 15 Th. vermindert. Es hatten ſich demnach hierbei noch 12 Gewichtstheile Waſſer von den Elementen des Holzes getrennt.

Kohlenſäure, Waſſer und Moder oder Humus ſind mithin die Producte der Verweſung des Holzes.

Wir haben angenommen, daß das Waſſer aus dem Waſſerſtoff des Holzes entſteht, der ſich mit dem Sauerſtoff der Atmoſphäre verbindet, und daß in dem Acte dieſer Oxydation Kohlenſtoff und Sauerſtoff in der Form von Kohlenſäure ſich von den Elementen des Holzes trennen.

Es iſt ſchon früher erwähnt worden, daß die reine Holzfaſer Kohlenſtoff und die Elemente des Waſſers enthält. Der Humus entſteht aber nicht durch Verweſung der Holzfaſer allein, ſondern auch durch Verweſung des Holzes, was außer der reinen Holzfaſer noch fremde, lösliche und unlösliche organiſche Stoffe enthält.

Das relative Verhältniß der Elemente des Eichenholzes iſt deshalb ein anderes als beim Buchenholz, und beide ſind wieder in ihrer Zuſammenſetzung verſchieden von der reinen Holzfaſer, die ſich in allen Vegetabilien gleichbleibt. Die Unterſchiede ſind nichts deſto weniger ſo unbedeutend, daß ſie in den Fragen, die wir einer Discuſſion unterwerfen, unbeachtet bleiben können, um ſo mehr, da der Gehalt an dieſen Materien je nach der Jahreszeit wechſelt.

Nach den mit Sorgfalt von Gay-Luſſac und Thénard ausgeführten Analyſen des bei 100° getrockneten und mit Waſſer und Weingeiſt von allen darin löslichen Theilen

befreiten Eichenholzes enthielt daſſelbe 52,53 Kohlenſtoff und 47,47 Waſſerſtoff und Sauerſtoff in dem Verhältniß wie im Waſſer.

Es iſt nun früher erwähnt worden, daß ſich das feuchte Holz im Sauerſtoff gerade ſo verhält, wie wenn ſich ſein Kohlenſtoff direct mit dem Sauerſtoff verbunden hätte, es entſteht nämlich gasförmige Kohlenſäure und Humus.

Wenn die Wirkung des Sauerſtoffs ſich ausſchließlich auf den Kohlenſtoff des Holzes erſtreckt haben würde, wäre weiter nichts als Kohlenſtoff von den Beſtandtheilen des Holzes hinweggenommen worden, ſo müßte man die übrigen Elemente unverändert, aber mit weniger Kohlenſtoff verbunden, in dem Humus wiederfinden. Das Endreſultat dieſer Einwirkung würde demnach ein gänzliches Verſchwinden des Kohlenſtoffes ſein, es würden zuletzt nur die Elemente des Waſſers übrig bleiben.

Wenn wir aber das verweſende Holz in den verſchiedenen Stadien ſeiner Verweſung einer Unterſuchung unterwerfen, ſo gelangen wir zu dem merkwürdigen Reſultate, daß der Kohlenſtoff des rückſtändigen feſten Products beſtändig zunimmt, daß alſo, abgeſehen von der Kohlenſäurebildung durch den Einfluß der Luft, die Veränderung des Holzes in Humus als eine Trennung der Beſtandtheile des Waſſers von dem Kohlenſtoffe ſich darſtellt.

Die Analyſe lieferte nämlich von vermodertem Eichenholze, was aus dem Innern eines hohlen Eichſtammes genommen worden war, eine chokoladebraune Farbe beſaß, und noch vollkommen die Structur des Holzes zeigte, in 100 Theilen 53,36 Kohlenſtoff und 46,44 Waſſerſtoff und Sauerſtoff, in dem Verhältniſſe, wie im Waſſer. Eine andere Probe von einer andern Eiche, von lichtbrauner Farbe,

leicht zerreiblich zu feinem Pulver, gab 56,211 Kohlenſtoff und 43,789 Waſſer.

Aus dieſen unverwerflichen Thatſachen ergab ſich bis zur Evidenz die Gleichheit der Verweſung des Holzes mit allen anderen langſamen Verbrennungen waſſerſtoffreicher Materien. Wie ſonderbar würde in der That dieſe Verbrennung ſich darſtellen, wenn der Kohlenſtoff des Holzes direct ſich mit dem Sauerſtoff verbände, eine Verbrennung, wo der Kohlegehalt des verbrennenden Körpers, anſtatt abzunehmen, ſich beſtändig vergrößert. Es iſt offenbar der Waſſerſtoff, der auf Koſten des Sauerſtoffs der Luft oxydirt wird, die Kohlenſäure ſtammt von den Elementen des Holzes; nie, unter keinerlei Bedingungen vereinigt ſich bei gewöhnlicher Temperatur der Kohlenſtoff direct mit dem Sauerſtoff zu Kohlenſäure.

In welchem Stadium der Verweſung das Holz ſich auch befinden mag, ſtets müſſen darin die Elemente ausdrückbar ſein durch die Aequivalentenzahlen.

Die folgenden Formeln drücken dieſe Verhältniſſe mit großer Schärfe aus:

$C_{36}H_{44}C_{22}$ Eichenholz, nach Gay-Luſſac und Thénard*),

$C_{35}H_{40}O_{20}$ Humus von Eichenholz (Meyer**),

$C_{34}H_{36}O_{18}$ » » » (Dr. Will***).

Man beobachtet leicht, daß für je 2 Aequivalente Waſſerſtoff, der ſich oxydirt, 2 Atome Sauerſtoff und 1 Aequivalent Kohlenſtoff von den übrigen Elementen abgeſchieden werden.

---

*) Die Rechnung giebt 52,5 Kohlenſtoff und 47,5 Waſſer.

**) Die Rechnung giebt 54 Kohlenſtoff und 46 Waſſer.

***) Die Rechnung giebt 56 Kohlenſtoff und 44 Waſſer.

Unter den gewöhnlichen Bedingungen bedarf die Pflanzenfaſer zu ihrer Verweſung einer ſehr langen Zeit; ſie wird, wie ſich von ſelbſt verſteht, ausnehmend beſchleunigt durch erhöhte Temperatur und ungehinderten, freien Zutritt der Luft, ſie wird aufgehalten und verlangſamt durch Abweſenheit von Feuchtigkeit und durch Umgebung mit einer Atmoſphäre von Kohlenſäure, durch welche Letztere der Zutritt des Sauerſtoffs zu der verweſenden Materie abgeſchloſſen wird.

Schweflige Säure, alle antiſeptiſchen Materien halten die Verweſung der Pflanzenfaſer auf; man hat bekanntlich Queckſilberſublimat, welcher die Fähigkeit zu faulen, gähren und verweſen aller, auch der am leichteſten veränderlichen vegetabiliſchen und thieriſchen Stoffe gänzlich vernichtet, als das kräftigſte Mittel in Anwendung gebracht, um das Holz, was zum Schiffbau dient und dem abwechſelnden Zutritte von Feuchtigkeit und Luft ausgeſetzt iſt, vollkommen vor der Verweſung zu ſchützen.

Auf der andern Seite wird durch die Berührung mit Alkalien und alkaliſchen Erden, welche die Abſorption des Sauerſtoffs ſelbſt in denjenigen Subſtanzen zu erwirken vermögen, denen an und für ſich dieſe Fähigkeit abgeht, wie beim Alkohol (S. 417), der Gallusſäure, dem Gerbeſtoff, den vegetabiliſchen Farbeſtoffen (S. 406), die Verweſung der vegetabiliſchen Materien im Allgemeinen ausnehmend befördert. Durch die Gegenwart von Säuren wird ſie im Gegentheil aufgehalten und verlangſamt.

In ſchwerem Lehmboden hält ſich die eine Bedingung zur Verweſung der darin enthaltenen vegetabiliſchen Stoffe, die Feuchtigkeit nämlich, am längſten, allein ein feſter Zuſammenhang hindert die häufige Berührung mit der Luft.

In feuchtem Sandboden und namentlich in einem aus

kohlenſaurem Kalk und Sand gemengten Boden geht durch die Berührung mit dem ſchwach alkaliſchen Kalk die Verweſung am ſchnellſten von Statten.

Betrachten wir nun die Verweſung der Holzfaſer in einer unendlich langen Zeit, indem wir die Bedingung ihrer Veränderung, nämlich die fortſchreitende Hinwegnahme ihres Waſſerſtoffs in der Form von Waſſer, und die Trennung ihres Sauerſtoffs in der Form von Kohlenſäure feſthalten, ſo iſt klar, daß wenn wir von der Formel $C_{36} H_{44} O_{22}$ die 22 Aeq. Sauerſtoff mit 11 Aeq. Kohlenſtoff abziehen und die 22 Aeq. Waſſerſtoff ($H_2 = 1$ Aeq.) uns durch den Sauerſtoff der Luft oxydirt und in der Form von Waſſer abgeſchieden denken, daß von 1 At. Eichenholz zuletzt 25 At. Kohlenſtoff in reinem Zuſtande übrig bleiben werden, d. h. von 100 Th. Eichenholz, welche 52,5 Kohlenſtoff enthalten, werden 36,5 Th. Kohle übrig bleiben, welche als reiner Kohlenſtoff, dem die Fähigkeit, bei gewöhnlicher Temperatur ſich zu oxydiren, gänzlich abgeht, ſich unverändert erhalten werden.

Zu dieſem Endreſultate gelangen wir bei der Verweſung des Holzes unter den gewöhnlichen Bedingungen nicht, und zwar deshalb nicht, weil mit der Zunahme des Kohlenſtoffs in dem rückſtändigen Humus, mit ſeiner Maſſe alſo, wie bei allen Zerſetzungen dieſer Art, die Größe ſeiner Anziehung zu dem Waſſerſtoff, der noch in Verbindung bleibt, wächſt, bis zuletzt die Verwandtſchaft des Sauerſtoffs zu dieſem Waſſerſtoff und die des Kohlenſtoffs zu demſelben Körper ſich gegenſeitig im Gleichgewichte halten.

Wir finden aber in demſelben Grade, als ſeine Verweſung vorgeſchritten iſt, eine Abnahme der Fähigkeit, mit Flamme zu verbrennen, d. h. bei ſeinem Erhitzen gasförmige

Kohlenwaſſerſtoffverbindungen zu bilden; das verfaulte Holz verbrennt beim Anzünden ohne Flamme, es verglimmt nur, und hieraus kann kein anderer Schluß gezogen werden, als der, daß der Waſſerſtoff, den die Analyſe nachweiſ't, nicht mehr in der Form darin enthalten iſt, wie im Holze.

In dem verfaulten Eichenholze finden wir mehr Kohlenſtoff; wir finden ferner Waſſerſtoff und Sauerſtoff in dem nämlichen Verhältniſſe, wie im friſchen Holze.

Der Natur der Sache nach ſollte es mit der Zunahme an Kohlenſtoff eine leuchtendere, kohlenreichere Flamme bilden, es verbrennt im Gegentheil, wie feinzertheilte Kohle, wie wenn kein Waſſerſtoff darin vorhanden wäre. Im gewöhnlichen Leben, wo die Anwendung des Holzes als Brennmaterial auf ſeiner Fähigkeit beruht, mit Flamme zu brennen, hat deshalb das verfaulte oder kranke Holz einen weit geringern Handelswerth. Wir können uns dieſen Waſſerſtoff in keiner andern Form, als in der des Waſſers denken, weil ſie allein genügende Rechenſchaft über dieſes Verhalten giebt.

Denken wir uns die Verweſung in einer Flüſſigkeit vor ſich gehen, welche reich iſt an Kohlenſtoff und Waſſerſtoff, ſo wird, ähnlich wie bei der Erzeugung der kohlenreichſten, kryſtalliniſchen Subſtanz, des farbloſen Naphthalins aus gasförmigen Kohlenwaſſerſtoffverbindungen, eine an Kohlenſtoff ſtets reichere Verbindung gebildet werden, aus der ſich zuletzt als Endreſultat ihrer Verweſung Kohlenſtoff in Subſtanz, und zwar kryſtalliniſch, abſcheiden muß.

Die Wiſſenſchaft bietet in allen Erfahrungen, die man kennt, außer dem Proceſſe der Verweſung keine Analogien für die Bildung und Entſtehung des Diamants dar. Man weiß gewiß, daß er ſeine Entſtehung nicht dem Feuer ver-

dankt, denn hohe Temperatur und Gegenwart von Sauerſtoff ſind bei ſeiner Verbrennlichkeit nicht vereinbar; man hat im Gegentheil überzeugende Gründe, daß er auf naſſem Wege, daß er in einer Flüſſigkeit ſich gebildet hat, und der Verweſungsproceß allein giebt eine bis zu einem gewiſſen Grade befriedigende Vorſtellung über ſeine Entſtehungsweiſe.

So ſind der Bernſtein, die foſſilen Harze und die Säure in dem Honigſtein die Begleiter von Vegetabilien, welche den Verweſungsproceß erlitten haben; ſie finden ſich in Braunkohlen und ſind offenbar durch einen ähnlichen Zerſetzungsproceß aus Subſtanzen entſtanden, die in einer ganz andern Form in den lebenden Pflanzen enthalten waren, ſie zeichnen ſich alle durch einen verhältnißmäßig geringen Waſſerſtoffgehalt aus, und von der Honigſteinſäure weiß man, daß ſie das nämliche Verhältniß im Kohlenſtoff- und Sauerſtoffgehalt enthält, wie die Bernſteinſäure*), und daß die letztere ſich nur durch ihren Waſſerſtoffgehalt davon unterſcheidet.

*) Aus Wachs und allen feſten Fetten läßt ſich durch einen Oxydationsproceß Bernſteinſäure hervorbringen.

Dammerde.

Unter Dammerde (terreau) versteht man ein Gemenge von verwitterten Mineralsubstanzen mit Ueberresten vegetabilischer und Thierstoffe; ihrer ganzen Beschaffenheit nach läßt sie sich als Erde betrachten, in welcher sich Humus im Zustande der Zersetzung befindet. Ihre Wirkungsweise auf die Luft ist durch die Versuche von Ingenhouß und de Saussure auf's klarste ermittelt worden.

In einem mit Luft gefüllten Gefäße, in befeuchtetem Zustande entzieht sie derselben mit noch größerer Schnelligkeit, als das faule Holz, allen Sauerstoff und ersetzt ihn durch ein gleiches Volumen Kohlensäure. Wird die Kohlensäure hinweggenommen und die Luft erneuert, so wiederholt sich diese Umwandlung.

Kaltes Wasser löst aus der Dammerde nahe $^1/_{10000}$ ihres Gewichts auf; diese Auflösung ist farblos und klar, und giebt abgedampft einen Rückstand, welcher Kochsalz, Spuren von schwefelsaurem Kalk und Kali enthält und sich beim Glühen vorübergehend schwärzt. Kochendes Wasser färbt sich mit Dammerde gelb oder gelbbraun; diese Auflösung entfärbt sich an der Luft unter Absorption von Sauerstoff, unter Bildung eines schwarzen, leichten Bodensatzes; im gefärbten Zustande abgedampft giebt sie einen Rückstand, der sich beim Glühen schwärzt und eine Masse hinterläßt, aus der durch Wasser kohlensaures Kali ausgezogen wird.

Behandelt man die Dammerde mit einer Auflösung von Kali, so erhält man eine schwarzgefärbte Flüssigkeit, welche mit Essigsäure ohne Trübung vermischt werden kann. Verdünnte Schwefelsäure schlägt daraus leichte braunschwarze Flocken nieder, die sich durch Waschen mit Wasser nur schwierig von aller freien Säure befreien lassen. Wenn man den gewaschenen Niederschlag feucht unter eine Glocke mit Sauerstoffgas bringt, so wird dasselbe rasch eingesaugt; bei dem Trocknen an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur geschieht dies ebenfalls; mit der Entfernung aller Feuchtigkeit verliert sie die Fähigkeit, sich im Wasser zu lösen, auf's vollständigste, selbst Alkalien lösen daraus nur noch Spuren auf.

Es ist hiernach klar, daß das siedende Wasser aus der Dammerde eine Materie auszieht, deren Löslichkeit durch die Gegenwart der in den Pflanzenüberresten enthaltenen alkalischen Salze vermittelt wurde. Diese Substanz enthält eine gewisse Menge Ammoniak in chemischer Verbindung, ist ein Product der unvollkommenen Verwesung der Holzfaser; es steht in seiner Zusammensetzung zwischen der Holzfaser und dem eigentlichen Humus, und verwandelt sich in den letztern durch Aussetzung im feuchten Zustande an die Luft.

Vermoderung.
Papier, Braunkohle und Steinkohle.

Unter Vermoderung begreift man eine Zersetzung des Holzes, der Holzfaser und aller vegetabilischen Körper bei Gegenwart von Wasser und gehindertem Zutritt der Luft.

Die Braunkohle und Steinkohle sind Ueberreste von Vegetabilien der Vorwelt; ihre Beschaffenheit zeigt, daß sie Producte der Zersetzungsprocesse sind, die man mit Fäulniß und Verwesung bezeichnet. Es ist leicht, durch die Analyse derselben die Art und Weise festzustellen, in welcher sich die Bestandtheile geändert haben in der Voraussetzung, daß ihre Hauptmasse aus Holzfaser entstanden ist.

Um sich eine bestimmte Vorstellung über die Entstehung der Braunkohle und Steinkohle zu verschaffen, ist es nöthig, eine eigenthümliche Veränderung zu betrachten, welche die Holzfaser bei Gegenwart von Feuchtigkeit und dem völligen Abschlusse, oder bei gehindertem Zutritte der Luft erfährt.

Es ist bekannt, daß reine Holzfaser, Leinwand z. B., mit Wasser zusammengestellt, sich unter beträchtlicher Wärmeentwickelung zu einer weichen, zerreiblichen Masse zersetzt, welche ihren Zusammenhang zum größten Theil verloren hat; es ist dies die Substanz, woraus man, vor der Anwendung des Chlors, Papier bereitete. Auf Haufen geschichtet, bemerkt man während der Erhitzung eine Gasentwickelung, und die

Lumpen erleiden hierbei einen Gewichtsverluſt, welcher auf 18—25 p. c. ſteigt.

Ueberläßt man befeuchtete Holzſpäne ſich ſelbſt in einem verſchloſſenen Gefäße, ſo entwickeln ſie, wie bei Luftzutritt, kohlenſaures Gas; es tritt eine wahre Fäulniß ein; das Holz nimmt eine weiße Farbe an; es verliert ſeinen Zuſammenhang und wird zu einer morſchen, zerreiblichen Materie.

Das weiße faule Holz, was man in dem Innern von abgeſtorbenen Holzſtämmen findet, die mit Waſſer in Berührung waren, verdankt der nämlichen Zerſetzung ſeine Entſtehung.

Eine Probe eines weißen faulen Holzes aus dem Innern eines Eichſtammes gab durch die Analyſe bei 100° getrocknet:

Kohlenſtoff	47,11	. . . .	48,14
Waſſerſtoff	6,31	. . . .	6,06
Sauerſtoff	45,31	. . . .	44,43
Aſche	1,27	. . . .	1,37
	100,00	. . . .	100,00

Wenn man dieſe Zahlen, in Proportionen ausgedrückt, mit der Zuſammenſetzung des Eichenholzes nach der Analyſe von Gay-Luſſac und Thénard vergleicht, ſo ſieht man ſogleich, daß eine gewiſſe Quantität Kohlenſtoff ſich von den Beſtandtheilen des Holzes getrennt, während der Waſſerſtoffgehalt ſich vergrößert hat. Dieſe Zahlen entſprechen ſehr nahe der Formel $C_{33} H_{54} O_{24}$. (Sie giebt 47,9 Kohlenſtoff, 6,4 Waſſerſtoff und 45,6 Sauerſtoff.)

Mit einer gewiſſen Quantität Sauerſtoff aus der Luft ſind offenbar die Beſtandtheile des Waſſers in die Zuſammenſetzung des Holzes aufgenommen worden, während ſich davon die Elemente der Kohlenſäure getrennt haben.

Fügt man der Zuſammenſetzung der Holzfaſer des Eichenholzes die Elemente zu von 5 At. Waſſer und 2 At. Sauer-

stoff, und zieht davon 3 At. Kohlensäure ab, so hat man genau die Formel für das weiße vermoderte Holz.

Holz	$C_{36} H_{44} O_{22}$
Hierzu 5 At. Wasser . . .	$H_{10} O_5$
3 At. Sauerstoff	O_3
	$C_{36} H_{54} O_{30}$
Hiervon ab 3 At. Kohlensäure	$C_3 \quad O_6$
bleibt	$C_{33} H_{54} O_{24}$

Der Proceß der Vermoderung ist demnach eine gleichzeitig eintretende Fäulniß und Verwesung, an welcher der Sauerstoff der Luft und die Bestandtheile des Wassers Antheil nehmen. Je nachdem der Zutritt des Sauerstoffs mehr oder weniger gehindert wird, muß sich die Zusammensetzung des weißen Moders ändern. Weißes vermodertes Buchenholz gab in der Analyse 47,67 Kohlenstoff, 5,67 Wasserstoff und 46,68 Sauerstoff, entsprechend der Formel $C_{33} H_{50} O_{24}$.

Die Zersetzung des Holzes nimmt also zweierlei Formen an, je nachdem der Zutritt der Luft ungehindert oder gehemmt einwirkt, in beiden Fällen erzeugt sich Kohlensäure; im letztern Falle tritt eine gewisse Menge Wasser in chemische Verbindung.

Es ist höchst wahrscheinlich, daß bei diesem Fäulnißproceße, wie bei allen anderen, der Sauerstoff des Wassers Antheil genommen hat an der Bildung der Kohlensäure.

Die Braunkohle muß auf ähnliche Weise durch einen der Vermoderung ähnlichen Zersetzungsproceß entstanden sein; es ist aber nicht leicht, eine Braunkohle zu finden, die sich zu einer Analyse eignet; sie sind meistens mit resinösen oder erdigen Materien durchdrungen, durch welche die Zusammensetzung der Theile, die von der Holzfaser stammen, wesentlich geändert wird. Unter allen Braunkohlenarten sind die,

welche in der Wetterau in zahlreich verbreiteten Lagern vorkommen, durch unveränderte Holzstructur und durch Mangel an Bitumen ausgezeichnet; zu der folgenden Analyse wurde ein Stück gewählt, in dem man die Jahrringe noch zählen konnte; sie wird in der Nähe von Laubach gewonnen; von diesem Stück enthielten 100 Theile

Kohlenstoff	57,28
Wasserstoff	6,03
Sauerstoff	36,10
Asche	0,59
	100,00

Von vorn herein fällt bei dieser Braunkohle der größere Gehalt von Kohlenstoff, bei dem bei weitem geringern an Sauerstoff, in die Augen; es ist klar, daß von dem Holz, aus dem sie entstanden ist, eine gewisse Menge Sauerstoff sich getrennt hat. In Verhältnißzahlen wird diese Analyse genau durch die Formel $C_{33} H_{42} O_{16}$ ausgedrückt. (Sie giebt 57,5 Kohlenstoff und 5,98 Wasserstoff.)

Verglichen mit der Analyse des Eichenholzes, ist die Braunkohle aus Holzfaser entstanden, von der sich 1 Aeq. Wasserstoff und die Elemente von 3 Atomen Kohlensäure getrennt haben.

1 At. Holz	$C_{36} H_{44} O_{22}$
minus 1 Aeq. Wasserstoff	
und 3 At. Kohlensäure	$C_3 H_2 O_6$
Braunkohle	$C_{33} H_{42} O_{16}$

Alle Braunkohlen, von welcher Lagerstätte sie aufgenommen werden mögen, enthalten mehr Wasserstoff, als das Holz; sie enthalten weniger Sauerstoff, als nöthig ist, um mit diesem Wasserstoff Wasser zu bilden; alle sind demnach durch einerlei Zersetzungsproceß entstanden. Der Wasserstoff des

Holzes blieb entweder unverändert in demselben oder es ist Wasserstoff von Außen hinzugetreten.

Die Analyse einer Braunkohle, welche in der Nähe von Cassel bei Ringkuhl vorkommt und in der nur selten Stücke mit Holzstructur sich finden, gab bei 100° getrocknet:

Kohlenstoff	62,60	63,83
Wasserstoff	5,02	4,80
Sauerstoff	26,52	25,51
Asche	5,86	5,86
	100,00	100,00

Die obigen Verhältnisse an Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff lassen sich sehr nahe durch die Formel $C_{32} H_{30} O_9$ ausdrücken, oder durch die Bestandtheile des Holzes, von dem sich die Elemente von Kohlensäure, Wasser und 2 Aeq. Wasserstoff getrennt haben.

$C_{36} H_{44} O_{22}$ = Holz

Hiervon ab $C_4 H_{14} O_{13}$ = 4 At. Kohlensäure + 5 At. Wasser + 4 At. Wasserstoff.

$C_{32} H_{30} O_9$ = Braunkohle von Ringkuhl.

Die Bildung beider Braunkohlen ist, wie diese Formeln ergeben, unter Umständen vor sich gegangen, wo die Einwirkung der Luft, durch welche eine gewisse Menge Wasserstoff oxydirt und hinweggenommen wurde, nicht ganz ausgeschlossen war; in der That findet sich die Laubacher Kohle durch ein Basaltlager, durch das sie bedeckt wird, in höchst unvollkommener Berührung mit der Luft; die Kohle von Ringkuhl war von der untersten Schicht des Kohlenlagers genommen, welches eine Mächtigkeit von 90 — 120 Fuß besitzt.

Bei der Entstehung der Braunkohle haben sich demnach entweder die Elemente der Kohlensäure allein, oder gleichzeitig mit einer gewissen Menge Wasser von den Bestand-

theilen des Holzes getrennt; es ist möglich, daß die höhere Temperatur und der Druck, unter welchen die Zersetzung vor sich ging, die Verschiedenheit der Zersetzungsweise bedingten, wenigstens gab ein Stück Holz, welches ganz die Beschaffenheit und das Aussehen der Laubacher Braunkohle besaß, und in diesen Zustand durch mehrwöchentliches Verweilen in dem Kessel einer Dampfmaschine versetzt worden war (in der Maschinenfabrik des Herrn Oberbergraths Henschel in Cassel), eine ganz ähnliche Zusammensetzung.

Die Veränderung ging in Wasser vor sich, was eine Temperatur von 150—160° besaß und einem entsprechenden Drucke ausgesetzt war, und diesem Umstande ist unstreitig auch die höchst geringe Menge Asche zuzuschreiben, die dieses Holz nach dem Verbrennen hinterließ; sie betrug 0,51 p. c., also noch etwas weniger als die der Laubacher Braunkohle. Die von Berthier untersuchten Pflanzen hinterlassen ohne Ausnahme eine bei weitem größere Quantität.

Die eigenthümliche Zersetzungsweise der vorweltlichen Vegetabilien, d. h. eine fortschreitende Trennung von Kohlensäure, scheint noch jetzt in großen Tiefen in allen Braunkohlenlagern fortzudauern; es ist zum wenigsten höchst bemerkenswerth, daß vom Meißner in Kurhessen an bis zur Eifel hin, wo diese Lager sehr häufig sind, an eben so vielen Orten Säuerlinge zu Tage kommen. Diese Mineralquellen bilden sich auf dem Platze selbst, wo sie vorkommen, aus süßem Wasser, was aus der Tiefe kommt, und aus Kohlensäuregas, was gewöhnlich von der Seite zuströmt.

In der Nähe der Braunkohlenlager von Salzhausen befand sich vor einigen Jahren ein vortrefflicher Säuerling, welcher von der ganzen Umgegend in Gebrauch genommen war; man beging den Fehler, diese Quelle in Sandstein zu fassen,

mit dem die Seitenöffnungen, aus welchen das Gas strömte, zugemauert wurden. Von diesem Augenblicke an hatte man süßes Quellwasser.

In einer geringen Entfernung von den Braunkohlenlagern von Dorheim entspringt die an Kohlensäure überaus reiche Schwalheimer Mineralquelle, bei welcher Herr Salinendirector Wilhelmi längst beim Ausräumen die Beobachtung gemacht hat, daß sie sich auf dem Platze selbst aus süßem Wasser, was von unten, und kohlensaurem Gas, was von der Seite kommt, bildet. Die nämliche Erfahrung wurde von Herrn Oberbergrath Schapper bei dem berühmten Fachinger Brunnen gemacht.

Das kohlensaure Gas von den Kohlensäurequellen in der Eifel ist nach Bischoff nur selten gemengt mit Stickgas und Sauerstoffgas; es ist höchst wahrscheinlich, daß es seinen Ursprung einer ähnlichen Ursache verdankt; die Luft scheint wenigstens nicht den geringsten Antheil an der Bildung derselben in den eigentlichen Säuerlingen zu nehmen; sie kann in der That weder durch eine Verbrennung in niederer, noch in höherer Temperatur gebildet worden sein; denn in diesem Falle würde das kohlensaure Gas auch bei der vollkommensten Verbrennung mit ⅓ Stickgas gemengt sein, allein es enthält keine Spur Stickgas. Die Blasen, welche unabsorbirt durch das Wasser der Mineralquellen in die Höhe steigen, werden bis auf einen unmeßbaren Rückstand von Kalilauge aufgenommen.

Die Dorheimer und Salzhäuser Braunkohlen sind offenbar durch eine ähnliche Ursache entstanden, wie die Laubacher, die in der Nähe vorkommen, und da diese genau die Elemente der Holzfaser, minus einer gewissen Quantität Kohlensäure enthalten, so scheint sich aus dieser Zusammensetzung von selbst eine Erklärung zu ergeben.

Daß übrigens die Luft in den oberen Lagern der Braunkohlenschichten unaufhörlich eine fortschreitende Veränderung, nämlich eine Verwesung bewirkt, durch welche ihr Wasserstoff wie beim Holze hinweggenommen wird, giebt das Verhalten derselben beim Verbrennen und die fortschreitende Bildung von Kohlensäure in den Gruben zu erkennen.

Die Gase, welche die Arbeit in Braunkohlenwerken gefährlich machen, sind nicht wie in anderen Gruben entzündlich und brennbar, sondern sie bestehen gewöhnlich aus kohlensaurem Gase, was nur selten eine Beimischung von brennbarem Gase enthält.

Die Braunkohlen aus der mittlern Schicht des Lagers bei Ringkuhl geben in der Analyse 65,40—64,01 Kohlenstoff auf 3,75—4,76*) Wasserstoff, also auf dasselbe Verhältniß von Kohlenstoff bei weitem weniger Wasserstoff, als die aus größerer Tiefe genommenen.

Die Braunkohlen und Steinkohlen sind begleitet von Schwefelkies oder Schwefelzink, die sich aus schwefelsauren Salzen bei Gegenwart von Eisen und Zink bei allen Fäulnißprocessen vegetabilischer Stoffe noch heute bilden; es ist denkbar, daß der Sauerstoff der schwefelsauren Salze in dem Innern der Braunkohlenlager es ist, durch welchen die Hinwegnahme des Wasserstoffs, den sie weniger als das Holz enthalten, bewirkt wird.

Nach den Analysen von Richardson und Regnault wird die Zusammensetzung der brennbaren Materien der Splintkohle von Newcastle und der Cannelkohle von Lancashire

*) Die angeführten Analysen der Ringkuhler Braunkohle sind von Herrn Kühnert aus Cassel, sowie alle in diesem Werke überhaupt erwähnten in dem hiesigen Laboratorium ausgeführt worden.

durch die Formel $C_{24} H_{26} O$ ausgedrückt. Verglichen mit der Zusammensetzung der Holzfaser ist sie daraus entstanden, indem sich von ihren Elementen, in der Form von brennbaren Oelen, Sumpfgas und kohlensaurem Gas, gewisse Quantitäten getrennt haben; nehmen wir von der Zusammensetzung der Holzfaser 3 At. Sumpfgas, 3 At. Wasser und 9 At. Kohlensäure hinweg, so haben wir die Zusammensetzung der beiden Steinkohlemarten

	$C^{36} H^{44} O^{22}$ Holz, hiervon abgezogen,
3 At. Sumpfgas $C_3 H_{12}$	
3 At. Wasser $H_6 O_3$	
9 At. Kohlensäure $C_9 O_{18}$	$C_{12} H_{18} O_{21}$
Steinkohle	$C_{24} H_{26} O$

Das Sumpfgas ist der gewöhnliche Begleiter aller Steinkohlen, andere enthalten durch Destillation mit Wasser abscheidbare flüchtige Oele (Reichenbach). Das Steinöl mag in den meisten Fällen einem ähnlichen Zersetzungsprocesse seinen Ursprung verdanken.

Die Backkohle von Caresfield bei Newcastle enthält die Elemente der Cannelkohle, von denen sich die Bestandtheile des ölbildenden Gases $C_4 H_8$ getrennt haben.

Die brennbaren entzündlichen Gase, welche aus den Spalten in Steinkohlenlagern oder den Gebirgsarten strömen, in denen Steinkohlen sich vorfinden, enthalten nach einer zuverlässigen Untersuchung von Bischoff ohne Ausnahme kohlensaures Gas, ferner Sumpfgas, ölbildendes Gas, was vor Bischoff nicht beobachtet worden ist, und Stickgas. Nach der Absorption der Kohlensäure durch Kali gab das Grubengas:

	aus einem verlassenen Stollen bei Walleswei-ler.	aus dem Gangstollen bei Louisenthal.	aus einer Grube im Schaumburgischen bei Lieckwege.
	Vol.	Vol.	Vol.
Leichtes Kohlenwasserstoffgas . . .	91,36	83,08	89,10
Oelbildendes Gas .	6,32	1,98	6,11
Stickgas	2,32	14,94	4,79
	100,00	100,00	100,00

Die Entwickelung dieser Gase beweis't auf eine unzweideutige Weise, daß auch in den Steinkohlenlagern unaufhörlich fortschreitende Veränderungen vor sich gehen.

In den Braunkohlenlagern beobachten wir eine fortschreitende Trennung von Sauerstoff in der Form von Kohlensäure, in Folge welcher das Holz nach und nach der Zusammensetzung der Steinkohle sich nähern muß; in den Steinkohlenlagern trennt sich von den Bestandtheilen der Kohle Wasserstoff in der Form von Kohlenwasserstoffverbindungen; eine völlige Abscheidung von Wasserstoff würde die Kohle in Anthracit überführen.

Die Formel $C_{36}H_{44}O_{22}$, welche für das Holz angegeben ist, ist als der empirische Ausdruck der Analyse gewählt worden, um alle Metamorphosen, welcher die Holzfaser fähig ist, unter einem gemeinschaftlichen Gesichtspunkte betrachten zu können.

Wenn nun auch die Richtigkeit der Formel als theoretischer Ausdruck bis zu dem Zeitpunkte in Zweifel gestellt werden muß, wo wir die Constitution der Holzfaser mit Sicherheit kennen, so kann dies nicht den geringsten Einfluß auf die Betrachtungen haben, zu denen wir in Beziehung auf die Veränderungen gelangt sind, welche die Holzfaser nothwendig

erlitten haben muß, um in Braun- oder Steinkohle überzugehen. Der theoretische Ausdruck bezieht sich auf die Summe, der empirische auf das relative Verhältniß allein, in welchem die Elemente zu Holzfaser zusammengetreten sind. Welche Form dem erstern auch gegeben werden mag, der empirische Ausdruck bleibt damit ungeändert.

Gift, Contagien, Miasmen.

Eine große Anzahl chemischer Verbindungen, sowohl anorganischer, als solcher, die in Thieren und Pflanzen gebildet werden, bringen in dem lebenden thierischen Organismus eigenthümliche Veränderungen, Krankheitsprocesse hervor; die Lebensfunctionen einzelner Organe werden gestört, und bei einer gewissen Steigerung derselben erfolgt der Tod.

Die Wirkung anorganischer Verbindungen von Säuren, Alkalien, Metalloxyden und Salzen ist in den meisten Fällen leicht erklärbar, sie wirken entweder den Zusammenhang einzelner Organe aufhebend, oder sie gehen Verbindungen damit ein.

Die Wirkung der Substanzen, welche den Organismus zerstören, von concentrirter Schwefelsäure, Salzsäure, Oxalsäure, Kalihydrat u. läßt sich mit der eines Stückes Eisen vergleichen, mit welchem, wenn es in den Zustand des Glühens oder in den eines scharf geschliffenen Messers ver-

setzt wird, durch Verletzung gewisser Organe der Tod herbeigeführt werden kann; sie lassen sich im engern Sinne nicht als Gift betrachten, da ihre giftige Wirkung von ihrem Zustande abhängig ist.

Die Wirkung der eigentlichen anorganischen Gifte beruht in den meisten Fällen auf der Bildung einer chemischen Verbindung des Giftes mit den Bestandtheilen der Organe, sie beruht auf einer chemischen Verwandtschaftsäußerung, welche stärker ist, als die Lebensthätigkeit.

Betrachten wir, um zu einer klaren Anschauung zu gelangen, die Wirkung von anorganischen Substanzen überhaupt, so finden wir, daß eine gewisse Klasse von löslichen Verbindungen, verschiedenen Theilen des Körpers dargeboten, in das Blut aufgenommen werden, aus welchem sie wieder durch die Secretionsorgane verändert oder unverändert abgeschieden werden.

Jodkalium, Schwefelcyankalium, Blutlaugensalz, Salpeter, chlorsaures Kali, kieselsaures Kali und im Allgemeinen Salze mit alkalischer Basis, welche Menschen und Thieren in verdünnten Lösungen innerlich oder äußerlich gegeben werden, lassen sich im Blute, Schweiße, im Chylus, in der Galle, in den Milzvenen unverändert nachweisen, ohne Ausnahme werden sie zuletzt durch die Harnwege aus dem Körper wieder entfernt.

Diese Materien bringen, jedes für sich, eine besondere Art von Störung in dem Organismus hervor, sie üben eine medicinische Wirkung aus, allein sie haben in ihrem Wege durch den Organismus keine Zersetzung erlitten, und wenn sie die Fähigkeit hatten, eine Verbindung in irgend einem Theile des Körpers einzugehen, so war diese nicht fester Art, denn ihr Wiedererscheinen in dem Harne setzt voraus, daß

diese Verbindung durch die Lebensthätigkeit wieder aufgehoben werden konnte. Neutrale citronensaure, weinsaure und essigsaure Alkalien werden bei ihrem Wege durch den Organismus verändert, ihre Basen lassen sich zwar in dem Harne nachweisen, allein die Säuren sind völlig verschwunden; an ihrer Stelle finden sich die Basen mit Kohlensäure vereinigt (Gilbert, Blane, Wöhler).

Die Verwandlung der genannten pflanzensauren Alkalien in kohlensaure Salze setzt voraus, daß zu ihren Elementen Sauerstoff in bedeutender Menge hinzugetreten ist, denn um z. B. 1 Aeq. essigsaures Kali in kohlensaures zu verwandeln, müssen 8 Aeq. Sauerstoff hinzugefährt werden, von denen 2 oder 4 Aeq. (je nachdem sich neutrales oder saures Salz gebildet hat) in der Verbindung mit dem Alkali bleiben, während die anderen 6 oder 4 Aequivalente als freie Kohlensäure austreten.

Wir bemerken nun in dem lebenden Körper, dem man Salze dieser Art mitgetheilt hat, kein Zeichen, daß einer seiner Bestandtheile eine so große Quantität Sauerstoff, als zu ihrer Umwandlung nöthig ist, abgegeben hat, und es bleibt nichts übrig, als diese Oxydation dem Sauerstoff der Luft zuzuschreiben.

Während ihres Weges durch die Lunge nehmen die Säuren dieser Salze Antheil an dem eigenthümlichen Verwesungsprocesse, welcher in diesem Organe vor sich geht; eine gewisse Portion des aufgesaugten Sauerstoffgases tritt an ihre Bestandtheile und verwandelt den Wasserstoff in Wasser, den Kohlenstoff in Kohlensäure. Von der letzteren bleibt eine gewisse Quantität (1 oder 2 Aeq.) vereinigt mit dem Kali zu einem Salze, welches durch Oxydationspro-

cesse keine weitere Veränderung mehr erfährt, es ist dieses Salz, was durch die Nieren oder die Leber wieder abgeschieden wird.

Es ist evident, daß das Vorhandensein dieser pflanzensauren Salze im Blute eine Aenderung in dem Respirationsprocesse herbeiführen mußte; wären sie nicht gegenwärtig gewesen, so würde der eingeathmete Sauerstoff, wie gewöhnlich, an die Bestandtheile des Blutes getreten sein, ein Theil davon hat sich aber mit den Bestandtheilen des Salzes vereinigt und ist nicht ins Blut übergegangen; die unmittelbare Folge davon muß eine verminderte Erzeugung von arteriellem Blute sein, oder was das Nämliche ist, der Respirationsproceß ist verlangsamt worden.

Neutrale citronensaure, weinsaure, essigsaure Alkalien verhalten sich in Berührung mit Luft und mit verwesenden thierischen und vegetabilischen Körpern ganz auf die nämliche Weise, wie in der Lunge, sie nehmen Theil an der Verwesung und gehen auf dieselbe Weise, wie im lebenden Körper, in kohlensaure Salze über; werden ihre wässerigen Lösungen in unreinem Zustande sich selbst überlassen so verschwinden nach und nach ihre Säuren auf's vollständigste.

Freie Mineral- oder nicht flüchtige Pflanzensäuren, sowie Salze von Mineralsäuren mit alkalischen Basen heben in gewissen Mengen alle Verwesungsprocesse auf, in kleineren Quantitäten wird durch sie der Verwesungsproceß verlangsamt und gehemmt; sie bringen in dem lebenden Körper ähnliche Erscheinungen hervor, wie neutrale pflanzensaure Salze, allein ihre Wirkung hängt von einer andern Ursache ab.

Einer Aufnahme großer Mengen von Mineralsalzen in das Blut, wodurch dem Verwesungsprocesse in der Lunge eine Grenze gesetzt werden könnte, widersetzt sich eine sehr

merkwürdige Eigenschaft aller thierischen Membranen, Häute, Zellgewebe, Muskelfaser ꝛc.

Diese Eigenschaft besteht darin, daß sie unfähig sind, von starken Salzauflösungen durchdrungen zu werden, nur bei einem gewissen Grade der Verdünnung mit Wasser werden sie davon aufgenommen.

Eine trockene Blase bleibt in gesättigten Lösungen von Kochsalz, Salpeter, Blutlaugensalz, Schwefelcyankalium, Bittersalz, Chlorkalium, Glaubersalz, mehr oder weniger trocken, diese Flüssigkeiten fließen davon ab, wie Wasser von einer mit Fett bestrichenen Glasplatte.

Bestreuen wir frisches Fleisch mit Kochsalz, so schwimmt nach 24 Stunden das Fleisch in einer Salzlake, obwohl kein Tropfen Wasser zugesetzt wurde.

Dieses Wasser stammt von der Muskelfaser, dem Zellgewebe her; mit Kochsalz zusammengebracht, bildet sich an den Berührungsflächen eine mehr oder weniger concentrirte Salzauflösung; das Salz verbindet sich mit dem eingeschlossenen Wasser, und letzteres verliert hierdurch seine Fähigkeit, thierische Theile zu durchdringen, es trennt sich von dem Fleische; es bleibt in diesem nur Wasser von einem bestimmten, verhältnißmäßig kleinen Salzgehalte zurück, in einem Grade der Verdünnung, in welchem es absorbirbar ist von thierischen Theilen.

Im gewöhnlichen Leben benutzt man diese Eigenschaft, um den Wassergehalt von Theilen von Thieren, ähnlich wie durch Austrocknen, auf eine Quantität zurückzuführen, wo er aufhört, eine Bedingung zur Fäulniß abzugeben. Nur bei einem gewissen Wassergehalte können sie in Fäulniß übergehen.

Der Alkohol verhält sich in dieser physikalischen Eigen-

schaft ganz ähnlich den Mineralsalzen, er ist unfähig, thierische Substanzen zu befeuchten, d. h. zu durchdringen, und er entzieht deshalb den wasserhaltigen das Wasser, zu dem er Verwandtschaft besitzt.

Bringen wir Salzlösungen in den Magen, so werden sie, wenn ihr Salzgehalt kleiner ist als der des Blutes oder der thierischen Flüssigkeiten, absorbirt; im concentrirten Zustande wirken sie gerade umgekehrt, sie entziehen dem Organe Wasser, es entsteht heftiger Durst, es entsteht in dem Magen selbst ein Austausch von Wasser und Salz, der Magen giebt Wasser ab, ein Theil der Salzlösung wird in verdünntem Zustande von ihm aufgenommen, der größere Theil der concentrirten Salzlösung bleibt unabsorbirt, sie wird nicht durch die Harnwege entfernt, sondern sie gelangt in die Eingeweide und den Darmkanal und verursacht dort eine Verdünnung der abgelagerten festen Stoffe, sie purgirt.

Jedes von diesen Salzen besitzt neben der allgemeinen purgirenden Wirkung, welche abhängig ist von einer physikalischen Eigenschaft, die sie gemein haben, noch besondere medicinische Wirkungen, eben weil jeder Theil des Organismus, den sie berühren, diejenige Quantität davon aufnimmt, die überhaupt davon absorbirbar ist.

Mit der purgirenden Wirkung haben die Bestandtheile dieser Salze nicht das Geringste zu thun, denn es ist vollkommen gleichgültig für die Wirkung (nicht für die Stärke derselben), ob die Basis Kali oder Natron, in vielen Fällen Kali oder Bittererde, und die Säure Phosphorsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Chlorwasserstoffsäure ꝛc. ist.

Wenn man im nüchternen Zustande von 10 zu 10 Minuten ein Glas gewöhnliches Brunnenwasser, dessen Salz-

gehalt bei weitem kleiner ist als der des Blutes, zu sich nimmt, so zeigt sich eine starke diuretische Wirkung.

Bei dem Trinken des zweiten Glases tritt eine Quantität Harn aus, dessen Gewicht oder Volumen dem des genossenen ersten Glases Wassers nahe gleich ist; und wenn auf diese Weise 20 Gläser Wasser getrunken werden, so hat man 19 Harnentleerungen, deren letzte farblos und in ihrem Salzgehalte kaum von dem des Brunnenwassers verschieden ist.

Macht man dasselbe Experiment mit einem Wasser, welches genau den Salzgehalt des Blutes enthält (¾ bis 1 p. c. Kochsalz z. B.), so zeigt sich keine Harnabsonderung, und es ist beinahe unmöglich, mehr als drei Gläser dieses Wassers zu sich zu nehmen. Ein Zustand des Gefülltseins im Magen, Druck und Schwere scheint anzudeuten, daß Wasser, welches mit dem Blute einen gleichen Salzgehalt besitzt, eine ungleich längere Zeit zu seiner Aufnahme in die Blutgefäße bedarf.

Nimmt man zuletzt Wasser zu sich, dessen Salzgehalt um etwas größer ist als der des Blutes, so tritt ein mehr oder weniger starkes Purgiren ein. Je nach dem Salzgehalte ist die Wirkung demnach von dreifacher Art.

Außer diesen Salzen, deren Wirkung auf den Organismus nicht abhängig ist von ihrer Fähigkeit, Verbindungen einzugehen, giebt es eine große Klasse von anderen, welche, in den lebenden Körper gebracht, Aenderungen ganz anderer Art bewirken, welche in mehr oder weniger großen Gaben Krankheiten oder Tod zur Folge haben, ohne daß man eine eigentliche Zerstörung von Organen wahrnimmt.

Es sind dies die eigentlichen anorganischen Gifte, deren Wirkung auf ihrer Fähigkeit beruht, feste Verbindungen mit

der Subſtanz der Membranen, Häute, Muskelfaſer einzugehen.

Hierher gehören Eiſenoxydſalze, Bleiſalze, Wismuthſalze, Kupfer — Queckſilberſalze ꝛc.

Bringen wir Auflöſungen davon mit Eiweiß, mit Milch, Muskelfaſer, thieriſchen Membranen in hinreichender Menge zuſammen, ſo gehen ſie damit eine Verbindung ein und verlieren ihre Löslichkeit. Das Waſſer, worin ſie gelöſ't ſind, verliert ſeinen ganzen Gehalt an dieſen Salzen.

Während die Salze mit alkaliſcher Baſis thieriſchen Theilen das Waſſer entziehen, verbinden ſich gerade umgekehrt die Salze der ſchweren Metalloxyde mit den thieriſchen Stoffen; die letzteren entziehen ſie dem Waſſer.

Wenn wir die genannten Subſtanzen einem Thiere im lebenden Zuſtande beibringen, ſo werden ſie von den Häuten, Membranen, dem Zellgewebe, der Muskelfaſer aufgenommen, ſie verlieren ihre Löslichkeit, indem ſie damit in Verbindung treten; nur in ſeltenen Fällen können ſie demnach ins Blut gelangen. Nach allen damit angeſtellten Verſuchen ſind ſie nach Verlauf der nämlichen Zeit, in welcher die Salze mit alkaliſchen Baſen erſcheinen, im Harne nicht nachweisbar, eben weil ſie bei ihrem Wege durch den Organismus mit einer Menge von Stoffen in Berührung kommen, die ſie zurückhalten. Nach und nach erleiden aber die Beſtandtheile der Organe und Gewebe, mit denen ſie ſich verbunden haben, durch den Stoffwechſel eine allmälige Veränderung; der Stickſtoff derſelben erſcheint im Harn und mit demſelben die Mineralſubſtanzen, als Queckſilber, Kupfer ꝛc., die mit der organiſchen Subſtanz verbunden waren.

Durch das Hinzutreten dieſer Körper zu gewiſſen Organen oder Beſtandtheilen von Organen müſſen ihre

Functionen eine Störung erleiden; sie müssen eine abnorme Richtung erhalten, die sich in Krankheitserscheinungen zu erkennen giebt.

Die Wirkungsweise des Sublimats und der arsenigen Säure sind in dieser Beziehung besonders merkwürdig. Das Sublimat sowie die Quecksilbersalze verbinden sich vorzugsweise mit Albumin und albuminösen Gebilden. Die arsenige Säure geht mit den Membranen und leimgebenden Geweben eine äußerst feste Verbindung ein. Ein Stück von einer frischen Haut, eine Blase, welche mit Wasser bedeckt in wenigen Wochen zu einer stinkenden Masse zerfließen, behalten ihre Eigenschaften unverändert, wenn dem Wasser arsenige Säure zugesetzt wird. Die arsenige Säure, indem sie mit diesen Gebilden eine Verbindung eingeht, bewirkt, daß sie hierdurch den Charakter der Unverwesbarkeit oder der Unfähigkeit, zu faulen, erhalten. Die Fäulniß des Blutes, des Fleisches, sowie die Gährung des Zuckers werden durch arsenige Säure nicht aufgehalten oder gehindert.

Man weiß ferner, daß bei Vergiftungen mit diesen Materien diejenigen Theile, die damit in Berührung kamen und also eine Verbindung eingegangen waren, unverwesbar und der Fäulniß unfähig werden, und man kann hiernach über die Ursache der Giftigkeit dieser Körper nicht im Zweifel sein.

Es ist klar, daß wenn arsenige Säure und Sublimat durch die Lebensthätigkeit nicht gehindert werden, Verbindungen mit den Bestandtheilen des Körpers einzugehen, wodurch sie den Character der Unverwesbarkeit und der Unfähigkeit, zu faulen, erhalten, so will dies nichts Anderes sagen, als daß die Organe ihren Zustand des Lebens, die Haupteigenschaft verlieren, Metamorphosen zu bewirken und Meta-

morphosen zu erleiden, d. h. das organische Leben wird vernichtet. Ist die Vergiftung nur oberflächlich, ist die Quantität des Giftes so gering, daß nur einzelne Theile des Körpers, welche fähig sind, reproducirt zu werden, eine Verbindung dieser Art eingegangen sind, so entstehen Schorfe, Erscheinungen secundärer Art; die Verbindung der gestorbenen Theile wird von den gesunden Theilen abgestoßen. Man wird leicht hieraus entnehmen können, daß alle inneren Zeichen von Vergiftung schwankend und ungewiß werden, indem Fälle vorkommen können, wo kein sichtbares Merkmal von Veränderung dem Auge des Beobachters sich darbietet, indem, wie bemerkt, der Tod ohne Zerstörung von Organen erfolgen kann.

Arsenverbindungen, welche keine Verbindung mit Theilen von Organismen einzugehen vermögen, werden auch in großen Gaben ohne Einfluß auf das Leben sein; es ist bekannt, daß viele unlösliche basische Salze der arsenigen Säure nicht giftig sind, und eine der reichsten Arsenverbindungen, die in ihrer Zusammensetzung den organischen Verbindungen am nächsten steht, das von Bunsen entdeckte Alkargen, besitzt nicht die geringste nachtheilige Wirkung auf den Organismus.

Aus diesem Verhalten läßt sich mit einiger Sicherheit die Grenze fixiren, in welcher die Substanzen aufhören, als Gifte zu wirken; denn da die Verbindung nur nach chemischen Gesetzen vor sich gehen kann, so muß unausbleiblich der Tod erfolgen, wenn das mit dem Gifte in Berührung stehende Organ hinreichend davon vorfindet, um Atom für Atom eine Verbindung damit einzugehen; ist weniger davon vorhanden, so wird ein Theil davon seine Lebensfunctionen beibehalten.

Alle Materien, welche als Gegenmittel in Vergiftungsfällen gegeben werden, wirken ausschließlich nur dadurch, daß sie dem Arsenik und Sublimat den ursprünglichen Charakter nehmen, durch den sie als Gift wirken, die Fähigkeit also, sich mit thierischen Materien zu verbinden. Leider werden sie in dieser Fähigkeit von keinem andern Körper übertroffen; die Verbindungen, die sie eingegangen haben, können nur durch gewaltsame, auf den lebenden Körper nicht minder schädlich wirkende Verwandtschaften aufgehoben werden. Die Kunst des Arztes muß sich deshalb begnügen, denjenigen Theil dieser Gifte, der noch unverbunden und frei vorhanden ist, eine Verbindung mit einem andern Körper eingehen zu machen, welche unverdaubar, unzersetzbar ist unter gegebenen Bedingungen, und in dieser Hinsicht ist das Eisenoxydhydrat von unschätzbarem Werthe.

Wenn sich die Wirkung des Sublimats und Arsens nur auf die Oberfläche der Organe beschränkt, so stirbt nur derjenige Theil derselben ab, welcher eine Verbindung damit eingegangen ist; es entsteht ein Schorf, der nach und nach abgestoßen wird.

Sicher würden die löslichen Silbersalze nicht minder tödtlich wirken als Sublimat, wenn im menschlichen Körper nicht eine Ursache vorhanden wäre, welche bei nicht überwiegenden Mengen ihre Wirkung aufhebt.

Die Ursache ist der in allen Flüssigkeiten vorwaltende Kochsalzgehalt. Man weiß, daß salpetersaures Silberoxyd sich wie Sublimat mit thierischen Theilen verbindet, und daß diese Verbindungen einen vollkommen gleichen Charakter haben; sie werden unfähig, zu faulen und zu verwesen.

Salpetersaures Silberoxyd, auf die Haut, mit Muskelfaser ꝛc. zusammengebracht, vereinigt sich im aufgelöst'en

Zustande augenblicklich damit; thierische Materien in Flüssigkeiten bilden damit unlösliche Verbindungen; sie werden, wie man sagt, coagulirt.

Die entstandenen Verbindungen sind farblos, unzersetzbar durch andere kräftige chemische Agentien; sie werden an dem Lichte wie alle Silberverbindungen schwarz, indem durch den Einfluß des Lichts ein Theil des Silberoxyds zu Metall reducirt wird; die Materien im Körper, welche sich mit dem Silbersalz vereinigt haben, gehören dem lebenden Körper nicht mehr an, ihrer Lebensfunction ist durch ihre Verbindung mit Silberoxyd eine Grenze gesetzt; wenn sie reproducirbar sind, so stößt sie der lebende Theil in der Form eines Schorfes ab.

Bringen wir salpetersaures Silberoxyd in den Magen, so wird es augenblicklich, wenn seine Menge nicht zu groß ist, von dem Kochsalz oder der freien Salzsäure in Chlorsilber, in eine Materie verwandelt, die in reinem Wasser absolut unlöslich ist.

In Kochsalzlösung oder Salzsäure löst sich das Chlorsilber, wiewohl in außerordentlich geringer Menge, auf; es ist dieser Theil, welcher die Wirkung ausübt; alles übrige Chlorsilber geht durch die gewöhnlichen Wege wieder aus dem Körper. Die Löslichkeit, die Fähigkeit also, einer jeden Bewegung zu folgen, ist für alle Substanzen eine Bedingung zu der Wirksamkeit auf den menschlichen Körper.

Von den löslichen Bleisalzen wissen wir, daß sie alle Eigenschaften der Silber- und Quecksilbersalze theilen; allein alle Verbindungen des Bleioxyds mit organischen Stoffen sind zerlegbar durch verdünnte Schwefelsäure. Man weiß, daß die Bleikolik in allen Bleiweißfabriken unbekannt ist, wo die Arbeiter gewöhnt sind, täglich als Präserva-

tiv und Gegenmittel sogenannte Schwefelsäure-Limonade (Zuckerwasser mit Schwefelsäure angesäuert) zu sich zu nehmen.

Die organischen Materien, welche sich im lebenden Körper mit Metalloxyden und Metallsalzen verbunden haben, verlieren ihre Fähigkeit, Wasser aufzufangen und zurückzuhalten, ohne damit die Eigenschaft einzubüßen, Flüssigkeit durch ihre Poren durchzulassen. Eine starke Zusammenziehung, Schwinden der Oberflächen ist die Folge der Berührung mit diesen Körpern.

Eine besondere Eigenschaft besitzt noch überdies der Sublimat und manche Bleisalze, indem sie bei vorherrschenden Mengen die zuerst gebildeten unlöslichen Verbindungen aufzulösen vermögen, wodurch das Gegentheil von Contraction, nämlich eine Verflüssigung des vergifteten Organs, herbeigeführt wird.

Kupferoxydsalze werden selbst in Verbindung mit den stärksten Säuren durch viele vegetabilische Substanzen, namentlich durch Zucker und Honig, in Metall- oder in Oxydul reducirt, in Materien, denen die Fähigkeit abgeht, sich mit thierischen Stoffen zu verbinden; sie sind als die zweckmäßigsten Gegenmittel seit Langem schon in Anwendung gekommen.

Was die giftigen Wirkungen der Blausäure, der organischen Basen, des Strychnins, Brucins ꝛc. betrifft, so kennen wir keine Thatsachen, welche geeignet wären, zu einer bestimmten Ansicht zu führen; allein es läßt sich mit positiver Gewißheit voraussehen, daß Versuche über ihr chemisches Verhalten zu thierischen Substanzen sehr bald die genügendsten Aufschlüsse über die Ursache ihrer Wirksamkeit geben werden.

Eine ganz besondere Art von Stoffen, welche durch Zersetzungsprocesse eigenthümlicher Art erzeugbar sind, wirken auf den lebenden Organismus als tödtliche Gifte, nicht durch ihre Fähigkeit, eine Verbindung einzugehen, eben so wenig weil sie einen giftigen Stoff enthalten, sondern durch den Zustand, in dem sie sich befinden.

Um eine klare Vorstellung über die Wirkungsweise dieser Körper zu haben, ist es nöthig, sich an die Ursache zu erinnern, welche die Erscheinungen der Gährung, Fäulniß und Verwesung bedingt.

In der einfachsten Form läßt sich die Ursache durch folgenden Grundsatz ausdrücken, welcher, von La Place und Berthollet seit Langem aufgestellt, für chemische Erscheinungen aber erst in der neuern Zeit bewiesen wurde. »»Ein durch irgend eine Kraft in Bewegung gesetztes Atom (Molécule) kann seine eigene Bewegung einem andern Atom mittheilen, welches sich in Berührung damit befindet.««

Es ist dies ein Gesetz der Dynamik, beweisbar für alle Fälle, wo der Widerstand (die Kraft, Verwandtschaft, Cohäsion), der sich der Bewegung entgegensetzt, nicht hinreicht, um sie aufzuheben.

Wir wissen, daß das Ferment, die Hefe, ein Körper ist, der sich im Zustande der Zersetzung, dessen Atome sich im Zustande der Umsetzung, der Bewegung befinden; mit Zucker und Wasser in Berührung überträgt sich der Zustand, worin sich die Atome der Hefe befinden, den Elementen des Zuckers; die letzteren ordnen sich zu zwei neuen einfacheren Verbindungen, zu Kohlensäure und Alkohol. Es sind dies Verbindungen, in denen die Bestandtheile mit einer weit größeren Kraft zusammengehalten sind, wie im Zucker, mit

einer Kraft, die sich einer weiteren Formänderung durch die nämliche Ursache entgegensetzt.

Wir wissen ferner, daß der nämliche Zucker durch andere Materien, deren Zustand der Zersetzung ein anderer ist, als z. B. der, worin sich die Theilchen der Hefe befinden, durch Lab oder durch die faulenden Bestandtheile von Pflanzensäften, durch Mittheilung also einer verschiedenen Bewegung, daß seine Elemente sich alsdann zu anderen Producten umsetzen; wir erhalten keinen Alkohol und keine Kohlensäure, sondern Milchsäure, Mannit und Gummi, oder Buttersäure.

Es ist ferner auseinandergesetzt worden, daß Hefe, zu reiner Zuckerlösung gesetzt, nach und nach völlig verschwindet, daß aber in einem Pflanzensafte, worin sich Kleber befindet, der Kleber zersetzt und in der Form von Hefe abgeschieden wird.

Die Hefe, womit man die Flüssigkeit in Gährung versetzte, sie selbst ist ursprünglich Kleber gewesen.

Die Umwandlung des Klebers in Hefe war in diesem Falle abhängig von dem in Zersetzung übergegangenen (gährenden) Zucker; denn wenn derselbe vollständig verschwunden ist und es ist noch Kleber frei in der Flüssigkeit vorhanden, so erleidet dieser in Berührung mit der abgeschiedenen Hefe keine weitere Veränderung, er behält seinen Charakter als Kleber.

Die Hefe ist ein Product der Zersetzung des Klebers, welche bei Gegenwart von Wasser in jedem Zeitmomente einem zweiten Stadium der Zersetzung entgegengeht.

Durch diesen letztern Zustand ist sie fähig, frisches Zuckerwasser wieder in Gährung zu bringen, und wenn das Zuckerwasser Kleber enthält (Bierwürze z. B. ist), so er-

zeugt sich in Folge der Umsetzung der Elemente des Zuckers wieder Hefe.

Von einer Reproduction der Hefe, ähnlich wie Samen aus Samen, kann nach dieser Auseinandersetzung keine Rede sein.

Es geht aus diesen Thatsachen hervor, daß ein in Zersetzung begriffener Körper, wir wollen ihn Erreger nennen, in einer gemischten Flüssigkeit, die seine Bestandtheile enthält, sich auf eine ähnliche Weise wiedererzeugen kann, wie Ferment in einem kleberhaltigen Pflanzensafte. Dies muß um so sicherer stattfinden, wenn unter den Bestandtheilen der gemischten Flüssigkeit sich derjenige befindet, aus welchem der Erreger ursprünglich entstanden ist.

Es ist ferner klar, daß wenn der Erreger nur einem einzigen Bestandtheile der gemischten Flüssigkeit seinen eigenen Zustand der Metamorphose zu übertragen vermag, so wird er in Folge der vorgehenden Zersetzung dieses einen Körpers wieder erzeugbar sein.

Wenden wir diese Grundsätze auf organische Materien, auf Theile von thierischen Organismen an, so wissen wir, daß alle ihre Bestandtheile aus dem Blute stammen; wir erkennen in dem Blute seiner Beschaffenheit und seinen Bestandtheilen nach die zusammengesetzteste aller existirenden Materien.

Die Natur hat das Blut zur Reproduction eines jeden einzelnen Theiles des Organismus eingerichtet; sein Hauptcharakter ist gerade der, daß sich seine Bestandtheile einer jeden Anziehung unterordnen; sie sind in einem beständigen Zustande des Stoffwechsels begriffen, von Metamorphosen, die durch die Einwirkung verschiedener Organe auf die mannichfaltigste Weise bedingt werden.

Dem Blute fehlt alle Fähigkeit, Metamorphosen zu bewirken; sein Hauptcharakter ist es gerade, sich zu Metamorphosen zu eignen. Keine andere Materie kann in dieser Beziehung mit dem Blute verglichen werden.

Wir wissen nun, daß in Fäulniß begriffenes Blut, Gehirnsubstanz, Galle, faulender Eiter ꝛc. auf frische Wunden gelegt, Erbrechen, Mattigkeit und nach längerer oder kürzerer Zeit den Tod bewirken.

Es ist eine nicht minder bekannte Erfahrung, daß Leichen auf anatomischen Theatern häufig in einen Zustand der Zersetzung übergehen, der sich dem Blute im lebenden Körper mittheilt, die kleinste Verwundung mit Messern, die zur Section gedient haben, bringt einen lebensgefährlichen Krankheitszustand hervor.

Das Wurstgift, eines der furchtbarsten Gifte, gehört zur Klasse dieser in Zersetzung begriffenen Körper.

Man kennt bis jetzt mehrere hundert Fälle, wo der Tod durch den Genuß verdorbener Würste verursacht wurde.

Vergiftungsfälle dieser Art kommen namentlich in Würtemberg vor, wo man gewohnt ist, die Würste aus höchst verschiedenen Materien zu bereiten.

Blut, Leber, Speck, Gehirn, Kuhmilch, Mehl und Brot werden mit Salz und Gewürzen zusammengemengt, in Blasen oder Gedärmen gefüllt, gekocht und geräuchert.

Bei guter Zubereitung halten sich diese Würste Monate lang und geben ein gesundes, wohlschmeckendes Nahrungsmittel ab, beim Mangel an Gewürzen und Salz, und namentlich bei verspäteter und unvollkommener Räucherung gehen sie in eine eigenthümliche Art von Fäulniß über, welche von dem Mittelpunkte der Wurst ihren Anfang

nimmt. Ohne bemerkbare Gasentwickelung färben sie sich inwendig heller, die in Zersetzung übergegangenen Theile sind weicher und schmieriger als die gesunden, sie enthalten freie Milchsäure oder milchsaures Ammoniak, die unter den Producten faulender, namentlich vegetabilischer Materien selten fehlen.

Man hat die Ursache der Giftigkeit dieser Würste der Blausäure, später der Fettsäure zugeschrieben, ohne nur entfernt das Vorhandensein dieser Materien bewiesen zu haben; allein die Fettsäure ist eben so wenig giftig, wie die Benzoesäure, mit der sie viele Eigenschaften gemein hat, und die Vergiftungssymptome weisen die Meinung, daß das Gift in den Würsten Blausäure sei, auf das entschiedenste zurück.

Der menschliche Körper stirbt nämlich nach dem Genusse dieser giftigen Würste an einem allmäligen Verschwinden der Muskelfaser und aller ihr ähnlich zusammengesetzten Bestandtheile des Körpers; der Kranke trocknet völlig zu einer Mumie aus, die Leichen sind steif, wie gefroren, und gehen nicht in Fäulniß über. Während der Krankheit ist der Speichel zähe und stinkend.

Man hat vergeblich in diesen Würsten nach einem Stoffe gesucht, dem man die giftige Wirkung zuschreiben könnte. Siedendes Wasser und Behandlung mit Alkohol rauben denselben völlig ihre Giftigkeit, ohne daß sie diese Flüssigkeiten erhalten.

Dies ist nun gerade der ausschließliche Charakter aller Materien, welche durch ihren Zustand eine Wirkung ausüben, es ist dies der Charakter derjenigen Substanzen, deren Theile sich in einem Acte der Zersetzung befinden, in einem Zustande der Umsetzung, welcher durch Siedhitze und

Alkohol aufgehoben werden kann, ohne daß diese die Ursache der Wirkung aufnehmen; denn eine Thätigkeit oder Kraft läßt sich in einer Flüssigkeit nicht aufbewahren.

Sie üben eine Wirkung auf den Organismus aus, insofern dem Magen, demjenigen Theile, der damit in Berührung kam, die Fähigkeit abgeht, der Zersetzung, in welcher sich ihre Bestandtheile befinden, eine Grenze zu setzen; gelangen sie in irgend einer Weise mit ihrer ganzen Thätigkeit in das Blut, so überträgt sich ihre eigene Action auf die Bestandtheile des Blutes.

Das Wurstgift wird durch den Magen, nicht wie das Blatterngift und andere, zerstört; alles der Fäulniß Fähige im Körper geht in der Krankheit nach und nach in Zersetzung über, und nach erfolgtem Tode bleibt nichts als Fett, Sehnen und Knochen, Substanzen, die unter den gegebenen Bedingungen keiner Fäulniß fähig sind.*)

---

*) Nach einem mir von Herrn Salzer mitgetheilten Falle einer Vergiftung durch solche Würste, der sich in Sansenbach bei Schwäbisch-Hall im Mai 1842 ereignete, zeigte sich unter allen Mitteln das Schwefelwasserstoffwasser von ganz besonderer Wirksamkeit; alle Erkrankten wurden gerettet, bei denen es noch zeitig genug in Anwendung kam. Bei den Erkrankten zeigte sich Heiserkeit und Trockenheit im Halse, sowie ein allgemeines trockenes Gefühl, Verstopfung ohne Auftreibung des Unterleibes und ohne ersichtliches schweres Athmen, Schwindel, erweiterte Pupille mit gestörtem Sehvermögen, vollkommenes Bewußtsein und ungestörte Bewegung aller Muskeln, mit Ausnahme derer, die vom sympathischen Nervensystem versehen werden, alsbaldige Fäulniß der Leichen. Die Wirkungen waren nicht allein abhängig von der Menge des Genossenen (der verdorbenen Würste), sondern sehr individuell, ja sogar keine Wirkung in einem Falle bei großem Genuß von denselben Würsten.

Bei der Behandlung wirkte Schwefelwasserstoffwasser entschieden einhaltend an der giftigen Wirkung; man erkannte im Schlingen zunächst Erleichterung; die allgemeine Spannung und Trockenheit verminderte sich, die verlorene Stimme kehrte wieder zurück, die Haut

Es ist unmöglich, sich über die Wirkungsweise dieser Körper zu täuschen, denn es ist eine durch Colin völlig erwiesene Thatsache, daß faulendes Muskelfleisch, faulender Urin, Käse, Gehirnsubstanzen ꝛc., daß diese ihren Zustand der Zersetzung einer weit weniger leicht zersetzbaren Materie, als das Blut ist, übertragen können, wir wissen, daß sie, mit Zuckerwasser in Berührung, die Fäulniß des Zuckers, die Umsetzung seiner Bestandtheile in Kohlensäure und Alkohol zu bewirken vermögen.

Wenn faulendes Muskelfleisch, faulender Eiter ꝛc., auf frische Wunden gelegt, Krankheit und Tod bewirken, so überträgt sich offenbar der Zustand ihrer Fäulniß auf das gesunde Blut, aus welchem sie stammen, gerade so wie in Fäulniß oder Verwesung begriffener Kleber durch seinen Zustand in Zuckerwasser eine ganz ähnliche Metamorphose hervorbringt.

Auch in lebenden Körpern werden in besonderen Krankheiten Gifte dieser Art erzeugt und gebildet. In der Blatternkrankheit, der Pest, der Syphilis ꝛc. entstehen aus den Bestandtheilen des Blutes Stoffe eigenthümlicher Art, welche, dem Blute eines gesunden Menschen mitgetheilt, eine ähnliche Zersetzungsweise desselben bedin-

---

wurde feuchter, der Gesichtskreis heller und der Druck auf's Auge vermindert.

Ammoniak mit Wasser zum Trinken verdünnt und zugleich eingerieben, machte Erleichterung; indessen war das behaglichere Gefühl nur augenblicklich und bei längerer Anwendung keine Besserung zu erkennen.

Chlor verdünnt mit Wasser getrunken und eingerieben, zeigte keine Besserung, im Gegentheil wurde die Spannung und Trockenheit vermehrt, so daß mit seiner Anwendung bald aufgehört wurde.

gen, wie die ist, in welcher sie sich selbst befinden, es entsteht und entwickelt sich in dem gesunden Menschen die nämliche Krankheit; wie Samen aus Samen scheint sich der Krankheitsstoff reproducirt zu haben.

Dieser eigenthümliche Proceß ist der Wirkung der Hefe auf zucker- und kleberhaltige Flüssigkeiten so außerordentlich ähnlich, daß man beide seit Langem schon, wenn auch nur bildweise, mit einander verglichen hat. Bei genauerer Betrachtung ergiebt sich aus allen Erscheinungen, daß ihre Wirkung in der That einerlei Ursache angehört.

In trockner Luft, bei Abwesenheit von Feuchtigkeit erhalten sich alle diese Gifte lange Zeit unverändert, in feuchtem Zustande, bei Berührung mit der Luft, verlieren sie sehr bald ihre ganze Wirksamkeit. In dem einen Falle sind die Bedingungen vereinigt, welche der Zersetzung, in der sie sich befinden, eine Grenze setzen, ohne sie zu vernichten; in dem andern sind die Bedingungen gegeben, unter denen sich ihre Zersetzung vollendet.

Siedhitze, Berührung mit Alkohol heben ihre Wirkung auf. Säuren, Quecksilbersalze, schweflige Säure, Chlor, Jod, Brom, gewürzhafte Stoffe, flüchtige Oele und namentlich brenzliche Oele, Rauch, ein Kaffeeabsud, alle diese Substanzen vernichten völlig die Fähigkeit dieser Stoffe, Ansteckung zu bewirken, theils indem sie sich damit verbinden oder in anderer Weise zersetzen.

Die soeben genannten Materien sind aber ohne Ausnahme solche, welche der Gährung, Fäulniß und Verwesung überhaupt entgegenwirken, welche diesen besonderen Zersetzungsweisen überall eine Grenze setzen, wenn sie in hinreichender Menge zugegen sind.

Eben so wenig, als in den vergifteten Würsten, ist man im Stande gewesen, aus der Blatternmaterie, dem Pestgifte eine eigenthümliche Materie zu isoliren, der man die Wirkung zuschreiben könnte, eben weil ihre Wirkung nur in einer eigenthümlichen Thätigkeit liegt, deren Existenz für unsere Sinne nur durch Erscheinungen erkennbar ist.

Man hat zur Erklärung der Fähigkeit der Contagien, Ansteckung zu bewirken, diesen Stoffen ein eigenthümliches Leben zugeschrieben, ähnlich wie der Keim eines Samens es besitzt, eine Fähigkeit also, sich unter gewissen günstigen Bedingungen zu entwickeln, fortzupflanzen und zu vervielfältigen. Es giebt gewiß kein unrichtigeres Bild für diese Erscheinungen, in gleicher Weise anwendbar auf Contagien als auf Ferment, auf thierische und vegetabilische Substanzen, die sich im Zustande der Fäulniß, Gährung und Verwesung befinden, auf ein Stück faules Holz, was durch seine bloße Berührung frisches Holz nach und nach gänzlich in Moder, faules Holz, verwandelt.

Wenn man mit Leben die Fähigkeit einer Materie bezeichnet, in irgend einer andern eine Veränderung hervorzurufen, in Folge welcher die erstere mit allen ihren Eigenschaften wieder erzeugt wird, so gehören allerdings alle diese Erscheinungen dem Leben an; aber nicht bloß diese müssen wir alsdann lebendig nennen, sondern dieser Ausdruck umfaßt in diesem Sinne den größten Theil aller Erscheinungen der organischen Chemie; überall, wo chemische Kräfte walten, wird man Leben voraussetzen müssen.

Ich nehme einen Körper A, er sei Dramid (eine im Wasser kaum lösliche, völlig geschmacklose Substanz), und

bringe damit die Materie B zusammen, welche sich wieder erzeugen soll, es sei aufgelöst'e Oxalsäure, so bemerken wir Folgendes: Unter den geeigneten Bedingungen, in welchen beide auf einander eine Wirkung äußern, wird das Oxamid durch die Oxalsäure zersetzt; zu den Bestandtheilen des Oxamids treten die Bestandtheile des Wassers; es entsteht aus dem Oxamid auf der einen Seite Ammoniak, und auf der andern wieder Oxalsäure, beide genau in dem Verhältnisse, in dem sie sich zu neutralem Salze vereinigen.

Wir haben Oxamid und Oxalsäure zusammengebracht; in Folge einer Metamorphose hat sich das Oxamid in Oxalsäure und Ammoniak zersetzt; die ursprünglich zugesetzte Oxalsäure, sowie die neuerzeugte theilen sich in das Ammoniak, dies will mit anderen Worten sagen, es ist nach vorgegangener Zersetzung genau so viel freie Kleesäure, wie vorher, und mit ihrem ganzen Wirkungswerthe vorhanden. Gleichgültig, ob sie anfänglich frei oder gebunden und die neu gebildete frei ist, oder umgekehrt, so viel ist gewiß, durch die Zersetzung ist sie in gleicher Quantität reproducirt worden.

Bringen wir nun nach der Zersetzung eine der ersten gleiche Quantität Oxamid zu der nämlichen Mischung, und unterwerfen wir sie derselben Behandlung, so wiederholt sich in ganz gleicher Weise die nämliche Zersetzung; die frei vorhandene Kleesäure ist in Verbindung getreten, es ist eine ihr gleiche Menge wieder frei geworden. Man kann auf diese Weise mit einer außerordentlich kleinen Menge Oxalsäure hunderte von Pfunden Oxamid zur Zersetzung bringen, man kann durch einen einzigen Gran unbegrenzte Mengen von Kleesäure entstehen machen.

Durch den Contact des Blatterngiftes mit Blut entsteht eine Veränderung im Blute, in Folge welcher sich aus seinen Bestandtheilen wieder Blatterngift erzeugt. Dieser Metamorphose wird erst durch die gänzliche Verwandlung aller der Zersetzung fähigen Blutheilchen eine Grenze gesetzt. Durch den Contact der Oralsäure mit Oramid entsteht Oralsäure, welche auf neues Oramid die nämliche Wirkung ausübt. Nur die begrenzte Menge des Oramids setzt dieser Metamorphose eine Grenze. Der Form nach gehören beide Metamorphosen in einerlei Klasse; aber nur ein befangenes Auge wird diesem Vorgange, obwohl er ein scharfer Ausdruck des gegebenen Begriffs vom Leben ist, eine lebendige Thätigkeit unterlegen; es ist ein chemischer Proceß, abhängig von den gewöhnlichen chemischen Kräften.

Der Begriff von Leben schließt neben Reproduction noch einen andern ein, nämlich den Begriff von Thätigkeit durch eine bestimmte Form, das Entstehen und Erzeugen in einer bestimmten Form. Man wird im Stande sein, die Bestandtheile der Muskelfaser, der Haut, der Haare ꝛc. durch chemische Kräfte hervorzubringen; allein kein Haar, keine Muskelfaser, keine Zelle kann durch sie gebildet werden. Die Hervorbringung von Organen, das Zusammenwirken eines Apparats von Organen, ihre Fähigkeit, aus den dargebotenen Nahrungsstoffen nicht nur ihre eigenen Bestandtheile, sondern sich selbst der Form, Beschaffenheit nach und mit allen ihren Eigenschaften wieder zu erzeugen, dies ist der Charakter des organischen Lebens, diese Form der Reproduction ist unabhängig von den chemischen Kräften.

Die chemischen Kräfte sind der unanschaubaren Ursache, durch welche diese Form bedingt wird, unterthan; sie selbst,

dieſe Urſache, wir haben nur Kenntniß von ihrer Exiſtenz durch die eigenthümlichen Erſcheinungen, die ſie hervorbringt; wir erforſchen ihre Geſetze wie die der anderen Urſachen, welche Bewegung und Veränderungen bewirken.

Die chemiſchen Kräfte ſind die Diener dieſer Urſache, ſo wie ſie Diener der Elektricität, der Wärme, einer mechaniſchen Bewegung, des Stoßes, der Reibung ſind; ſie erleiden durch dieſe letzteren eine Aenderung in der Richtung, eine Steigerung, eine Verminderung in ihrer Intenſität, eine völlige Aufhebung, eine vollkommene Umkehrung in der Wirkſamkeit.

Es iſt dieſer Einfluß und kein anderer, den die Lebenskraft auf die chemiſchen Kräfte ausübt; aber überall, wo Verbindung und Trennung vor ſich geht, iſt chemiſche Verwandtſchaft und Cohäſion in Thätigkeit.

Wir kennen die Lebenskraft nur durch die eigenthümliche Form ihrer Werkzeuge, durch Organe, die ihre Träger ſind; welche Art von Thätigkeit eine Materie auch zeigen mag, wenn ſie formlos iſt und wir keine Organe betrachten, von denen der Impuls der Bewegung oder Aenderung ausgeht, ſo lebt ſie nicht; ihre Thätigkeit iſt alsdann eine chemiſche Action, an welcher Licht, Wärme, Elektricität, oder was ſonſt darauf Einfluß hat, Antheil nehmen, die ſie ſteigern, vermindern oder ihr eine Grenze ſetzen, allein ohne die Bedinger der Action zu ſein.

In dieſer Art und Weiſe beherrſcht die Lebenskraft in dem lebendigen Körper und ganz beſonders in der Pflanze die chemiſchen Kräfte; Alles, was wir Nahrungsmittel nennen, alle Stoffe, die in dem Organismus daraus gebildet werden, ſind chemiſche Verbindungen, in denen alſo von der Lebenskraft, um zu Beſtandtheilen des Organismus zu

werden, kein anderer Widerstand, als die chemischen Kräfte, zu überwinden sind, durch welche ihre Bestandtheile zusammengehalten werden; besäßen sie, die Nahrungsmittel, ein eigenthümliches Leben, so würde dieses mit den chemischen Kräften überwunden werden müssen, es würde ihren Widerstand verstärken.

Durch die Lebenskraft in der Pflanze wird das Gleichgewicht der chemischen Anziehungen der Bestandtheile der Nahrungsmittel gestört, wie es durch zahllose andere Ursachen gestört werden kann; allein das Zusammentreten ihrer Elemente zu neuen Verbindungen, zu neuen Formen zeigt von einer eigentlichen Anziehungsweise, es beweis't die Existenz einer besondern Kraft, verschieden von allen anderen Naturkräften.

Es ist die Lebenskraft, welche der unaufhörlichen Einwirkung der Atmosphäre, der Feuchtigkeit, der Temperatur auf den Organismus einen, bis zu einem gewissen Grade unüberwindlichen Widerstand entgegensetzt; es ist die unaufhörliche Ausgleichung, es ist die stete Erneuerung dieser Thätigkeiten, welche Bewegung, welche Leben erhält.

Das größte Wunder im lebenden Thier-Organismus ist es gerade, daß eine unergründliche Weisheit in die Ursache einer unaufhörlichen Zerstörung, in die Unterhaltung des Respirationsprocesses, die Quelle der Erneuerung des Organismus, das Mittel gelegt hat, um allen übrigen atmosphärischen Einflüssen, dem Wechsel der Temperaturen, der Feuchtigkeit zu widerstehen.

Bringen wir in den Magen oder einen andern Theil des Organismus eine chemische Verbindung von einfacher Zusammensetzung, die also das Vermögen und Streben besitzt, neue Verbindungen einzugehen oder Veränderungen zu

bewirken, so ist klar, daß sie auf alle Materien, die mit ihr in Berührung kommen, eine chemische Action ausüben muß; sie wird eine Verbindung einzugehen oder zu verändern streben.

Die chemische Action der Substanz hat, wie sich von selbst versteht, die Lebenskraft zu überwinden; die letztere setzt ihr einen Widerstand entgegen, es entsteht je nach der Stärke der Einwirkung eine Ausgleichung zwischen beiden Kräften, eine Veränderung ohne Vernichtung der Lebenskraft, eine arzneiliche Wirkung, oder der einwirkende Körper unterliegt, er wird verdaut, oder die chemische Action behält die Oberhand, er wirkt als Gift.

Alle Materien sind Nahrungsmittel, welche ihre Eigenthümlichkeit durch die Einwirkung der Lebenskraft verlieren, ohne eine chemische Action auf das einwirkende Organ auszuüben.

Eine andere Klasse ändert die Richtung, die Stärke, die Intensität des Widerstandes (der Lebenskraft), in Folge welcher ihre Träger, die Function ihrer Organe, verändert werden; sie bringen eine Störung durch ihr Vorhandensein oder dadurch hervor, daß sie selbst eine Veränderung erleiden, dies sind die Arzneimittel.

Eine dritte Klasse heißen Gifte, wenn sie sich mit den Organen oder Bestandtheilen der Organe zu verbinden vermögen, und wenn dieses Streben stärker ist als der Widerstand durch die Lebenskraft.

Masse und Zustand ändern, wie sich von selbst ergiebt, gänzlich die Art der chemischen Einwirkung.

Ein Arzneimittel wird in größerer Masse, die überall ein Aequivalent für größere Verwandtschaft ist, als Gift,

ein Gift in kleinen Gaben als Arzneimittel wirken können.

Ein Nahrungsmittel wird Krankheit bewirken, es wird Gift werden, wenn es durch seine Masse eine chemische Action ausübt, oder wenn sein Zustand, seine Gegenwart die Bewegung der Organe verlangsamt, hindert oder aufhebt.

Ein Körper wirkt als Gift, wenn alle Theile des Organes, mit dem er in Berührung ist, zu einer chemischen Verbindung mit ihm zusammengetreten sind; er kann als Arzneimittel wirken, wenn er nur eine partielle Aenderung hervorgebracht hat.

Unter allen Bestandtheilen des thierischen Organismus giebt es keinen, welcher in seiner Schwäche des Widerstandes gegen äußere Thätigkeiten mit dem Blute verglichen werden kann; denn es ist nicht ein entstandenes, sondern ein entstehendes Organ, es ist die Summe der entstehenden Organe; die chemische Kraft und Lebenskraft halten sich einander in so vollkommenem Gleichgewichte, daß jede, auch die kleinste Störung, durch welche Ursache es auch sei, eine Veränderung im Blute bewirkt; es kann nicht von dem Körper getrennt werden, ohne eine augenblicklich erfolgende Umwandlung zu erfahren, es kann mit keinem Organe im Körper in Berührung treten, ohne seiner Anziehung zu unterliegen.

Jede, auch die schwächste Einwirkung einer chemischen Thätigkeit, sie übt, in das Blut gebracht, eine nachtheilige Veränderung aus, selbst der durch Zellen und Häute vermittelte momentane Contact mit der Luft in der Lunge ändert Farbe und Beschaffenheit; eine jede chemische Action pflanzt sich im Blute fort, der Zustand einer in Zersetzung,

Fäulniß, Gährung und Verwesung begriffenen Materie, die chemische Action, in welcher die Bestandtheile eines in Zersetzung begriffenen Körpers sich befinden, sie stören den Zustand des Gleichgewichts zwischen der chemischen Kraft und der Lebenskraft im Blute. Die erstere enthält das Uebergewicht; zahllose Modificationen in der Zusammensetzung, dem Zustande der aus den Elementen des Blutes gebildeten Verbindungen, sie gehen aus dem Kampfe der Lebenskraft mit der chemischen Action, die sie unaufhörlich zu überwältigen strebt, hervor.

Dem ganzen Verhalten aller Erscheinungen nach läßt sich den Contagien kein eigenthümliches Leben zuschreiben; sie üben eine gewisse Wirkung aus, welche eine große Aehnlichkeit mit Vorgängen im lebenden Organismus hat; allein die Ursache dieser Wirkung ist chemische Action, welche aufgehoben werden kann durch andere chemische Actionen, durch entgegengesetzte Thätigkeiten.

Von dem im lebendigen Körper durch Krankheitsprocesse erzeugbaren Gifte verlieren einige im Magen ihre ganze Wirksamkeit, andere werden nicht zerstört.

Wie bedeutsam und entscheidend für ihre chemische Natur und Wirkungsweise ist hier der Umstand, daß diejenigen von ihnen, welche neutral sind oder eine alkalische Beschaffenheit zeigen, wie das Milzbrandgift, das Blatterngift, daß diese im Magen ihre Ansteckungsfähigkeit verlieren, während das Wurstgift, welches sauer reagirt, seine ganze furchtbare Wirkung behält.

Es ist die im Magen stets vorhandene freie Säure, welche die ihr entgegengesetzte chemische Thätigkeit in dem einen Falle aufhebt, während sie in dem andern die Wirkung verstärkt, oder jedenfalls ihr kein Hinderniß entgegensetzt.

Man hat bei mikroskopischen Untersuchungen in bösartigem faulenden Eiter, in Kuhpockenlymphe ꝛc. eigenthümliche, den Blutkügelchen ähnliche Bildungen beobachtet; ihr Vorhandensein gab der Meinung Gewicht, daß die Ansteckung von der Entwickelung eines krankhaften organischen Lebens ausgehe; man hat in diesen Formen den lebendigen Samen der Krankheit gesehen.

Diese Ansicht ist keiner Discussion fähig; sie hat die Naturforscher, welche die Erklärungen von Erscheinungen in Formen zu suchen gewohnt sind, dahin geführt, die Hefe, die sich in Biergährung bildet, ebenfalls als belebt zu betrachten für Pflanzen oder Thiere, die sich von dem Zucker nähren und Alkohol und Kohlensäure als Excremente wieder von sich geben.

Wunderbar und auffallend würde es vielleicht erscheinen, wenn in den Zersetzungsprocessen der Fäulniß und Gährung aus organischen Materien und Theilen von Organen sich Stoffe bilden würden von krystallinischer Structur, Stoffe, die eine geometrische Gestalt besitzen. Wir wissen im Gegentheil, daß der völligen Auflösung in unorganische Verbindungen eine Reihe von Metamorphosen vorhergeht, in welchen sie erst nach und nach ihre Form aufgeben.

In Zersetzung *begriffenes* Blut kann dem Auge in unveränderter Form erscheinen, und wenn wir in einem flüssigen Contagium die Blutkügelchen wieder erkennen, so kann dies höchstens beweisen, daß sie keinen Antheil an dem Zersetzungsprocesse genommen haben. Wir können aus Knochen allen phosphorsauren Kalk entfernen, so daß sie durchsichtig und biegsam wie Leder werden, ohne im geringsten ihre Form zu verlieren. Wir brennen die Knochen

weiß zu einem Skelett von phosphorsaurem Kalke, was ganz die Form des Knochens behält. So können in dem Blute Zersetzungsprocesse vor sich gehen, die sich nur auf einzelne Bestandtheile erstrecken, auf Materien, welche zerstört werden und verschwinden, während durch andere die ursprüngliche Form behauptet wird.

Unter den Contagien giebt es mehrere, die sich durch die Luft fortpflanzen, wo man also gezwungen wäre, einem Gase, einem luftförmigen Körper Leben zuzuschreiben.

Alles, was man als Beweise für ein organisches Leben in den Contagien betrachtet, sind Vorstellungen und Bilder, welche die Erscheinungen versinnlichen, ohne sie zu erklären. Diese Bilder, mit denen man sich in allen Wissenschaften so gern und leicht befriedigt, sie sind die Feinde aller Naturforschung, sie sind der Fata Morgana ähnlich, die uns die täuschendste Kunde von Seen, von fruchtbaren Gefilden und Früchten giebt, aber uns verschmachten läßt, wann wir sie am nöthigsten haben.

Es ist gewiß, daß die Wirkungsweise der Contagien auf einer eigenthümlichen Thätigkeit beruht, abhängig von chemischen Kräften, welche in keiner Beziehung steht zu der Lebenskraft, eine Thätigkeit, welche aufgehoben wird durch chemische Actionen, die sich überall äußert, wo sie keinen Widerstand zu überwinden hat; sie giebt sich der Beobachtung durch eine zusammenhängende Reihe von Veränderungen, von Metamorphosen zu erkennen, die sich auf alle Materien, welche fähig sind, eine ähnliche Verwandlung zu erfahren, überträgt.

Eine im Zustande der Zersetzung begriffene thierische Substanz, oder in Folge eines Krankheitsprocesses im leben-

den Körper aus seinen Bestandtheilen erzeugte Materie überträgt ihren Zustand allen Theilen eines lebenden Individuums, welche fähig sind, eine ähnliche Metamorphose einzugehen, wenn sich ihrer Action in diesen Theilen keine Ursache entgegensetzt, die sie aufhebt und vernichtet.

Es entsteht Krankheit durch Ansteckung.

Die in der entstandenen Krankheit hervorgerufene Metamorphose nimmt eine Reihe von Formen an.

Betrachten wir, um zu einer klaren Anschauung zu gelangen, die Veränderungen, welche ein bei weitem einfacherer Körper, der Zucker, durch die Einwirkung ähnlicher Ursachen zu erleiden fähig ist, so wissen wir, daß faulendes Blut, in Metamorphose begriffene Hefe eine Umsetzung der Elemente des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure bewirken.

Ein in Zersetzung begriffenes Stück Lab veranlaßt eine andere Lagerung der Elemente des Zuckers; ohne daß ein Element hinzutritt oder hinweggenommen wird, verwandelt er sich in Milchsäure. (1 Atom Traubenzucker $C_{12} H_{24} O_{12}$ giebt 2 At. Milchsäure $= 2 (C_6 H_{12} O_6)$.

Lassen wir ihn im Zwiebelsafte, Runkelrübensafte bei höheren Temperaturen gähren, so erhält man daraus Milchsäure, Mannit und Gummi. Nach der verschiedenen Umsetzungsweise, in der sich die Elemente der Erreger befanden, haben sich also die Elemente des Zuckers in einer eben so verschiedenen Form geordnet, es sind verschiedene Producte entstanden.

Es war der unmittelbare Contact der sich zerlegenden Substanz, welche die Form- und Beschaffenheitsänderung der Zuckertheilchen bedingte; entfernen wir sie, so hört damit die Zersetzung des Zuckers auf; ist ihre Metamorphose vollendet und sind noch Zuckertheile übrig, so bleiben diese unzersetzt.

Bei keiner der erwähnten Zerlegungsweisen hat sich der Erreger reproducirt, es fehlten unter den Elementen des Zuckers die Bedingungen seiner Wiedererzeugung.

Aehnlich wie Hefe, faulendes Fleisch, in Zersetzung begriffener Kalbsmagen den Zucker in Zerlegung brachten, ohne sich selbst wiederzuerzeugen, bringen Miasmen und gewisse Ansteckungsstoffe Krankheiten in dem menschlichen Organismus hervor, in denen sich der Zustand der Zersetzung, in welchem sie sich befinden, auf gewisse Theile des Organismus überträgt, ohne daß sie in dem Acte der Zersetzung, in ihrer eigenthümlichen Form und Beschaffenheit wieder gebildet werden.

Die Krankheit selbst ist in diesem Falle nicht ansteckend.

Wenn wir aber Hefe nicht zu reinem Zuckerwasser, sondern zu Bierwürze bringen, welche Zucker und Kleber enthält, so wissen wir, daß der Act der Zersetzung des Zuckers eine Form- und Beschaffenheitsänderung des Klebers bedingt, der Kleber selbst geht einer ersten Metamorphose entgegen; so lange noch gährender Zucker vorhanden ist, wird Kleber in verändertem Zustande, er wird als Hefe abgeschieden, welche wieder fähig ist, frisches Zuckerwasser oder Bierwürze in Gährung zu versetzen. Ist der Zucker verschwunden und noch Kleber vorhanden, so bleibt dieser Kleber, er geht nicht in Hefe über. Die Reproduction des Erregers ist hier abhängig

1) von dem Vorhandensein derjenigen Materie, aus der er ursprünglich entstanden ist,
2) von der Gegenwart einer zweiten Materie, welche fähig ist, durch Berührung mit dem Erreger in Zersetzung übergeführt zu werden.

Wenn wir der Reproduction der Contagien in anstecken-

den Krankheiten den nämlichen Ausdruck unterlegen, so ist vollkommen gewiß, daß sie ohne Ausnahme aus dem Blute entspringen, daß also in dem Blute eines gesunden Menschen derjenige Bestandtheil sich vorfindet, durch dessen Zersetzung der Erreger gebildet werden kann.

Es muß ferner, wenn Ansteckung erfolgt, vorausgesetzt werden, daß das Blut einen zweiten Bestandtheil enthält, welcher fähig ist, durch den Erreger in Zersetzung übergeführt zu werden.

Erst in Folge der Umwandlung dieses zweiten Körpers kann der ursprüngliche Erreger wieder gebildet werden.

Empfänglichkeit für Ansteckung setzt mithin die Gegenwart einer gewissen Quantität dieses zweiten Körpers im Blute eines gesunden Menschen voraus; mit seiner Masse steigt die Empfänglichkeit, die Stärke der Krankheit mit seiner Abnahme, mit seinem Verschwinden ändert sich ihr Verlauf.

Bringen wir in das Blut eines gesunden Menschen, welcher empfänglich ist für Ansteckung, eine wenn auch nur verschwindend kleine Menge des Ansteckungsstoffes, des Erregers, so wird er sich im Blute wiedererzeugen, ähnlich wie sich Hefe in Bierwürze reproducirt, sein Zustand der Metamorphose wird sich auf den einen Bestandtheil des Blutes übertragen, und in Folge der Metamorphose, die dieser erleidet, wird aus einem andern Bestandtheile des Blutes ein dem Erreger gleicher oder ähnlicher Körper gebildet werden können, dessen Masse beständig zunehmen muß, wenn die weitere Metamorphose des neuerzeugten Erregers langsamer erfolgt, als die Verbindung im Blute, die er zur Zersetzung bringt.

Ginge z. B. die Metamorphose der wiedererzeugten Hefe in der Gährung der Bierwürze mit eben der Schnelligkeit vor sich, wie die der Zuckertheilchen, sowürden, nach Voll-

endung aller Gährung, beide mit und neben einander verschwinden, die der Hefe bedarf aber einer weit längern Zeit, es bleibt davon, wenn aller Zucker verschwunden ist, eine weit größere Menge, als zuvor, in unaufhörlich weiter fortschreitender Metamorphose, d. h. mit ihrer ganzen Wirkungsweise, zurück.

Die Zersetzung, in der sich ein Blutheilchen befindet, theilt sich einem zweiten und folgenden, zuletzt allen im ganzen Körper, sie theilt sich einem gesunden Blutheilchen eines zweiten, dritten Individuums ꝛc. mit, d. h. sie veranlaßt in diesen die Entstehung derselben Krankheit.

Die Existenz von einer großen Anzahl besonderer Materien in dem Blute verschiedener Menschen, in dem Blute eines einzelnen Menschen in den verschiedenen Perioden seiner Entwickelung, in den Thieren kann nicht geleugnet werden.

In dem Kindesalter, in der Jugend enthält das Blut eines und desselben Individuums wechselnde Mengen von Substanzen, die in einem andern Stadium fehlen, die Empfänglichkeit für Ansteckung durch eigenthümliche Erreger im Kindesalter setzt nothwendig eine Fortpflanzung, eine Wiedererzeugung dieser Erreger in Folge der Metamorphose vorhandener Stoffe voraus; wenn sie fehlen, kann keine Ansteckung erfolgen. Die Krankheitsform heißt *gutartig*, wenn die Metamorphosen zweier für das Leben unwesentlicher Bestandtheile des Körpers sich neben einander vollenden, ohne daß andere an der Zersetzung Antheil nehmen; sie heißt *bösartig*, wenn sie sich auf Organe fortpflanzt, wenn diese daran Antheil nehmen.

Ein Stoffwechsel in der Substanz der vorhandenen Organe, ein Uebergang der Nahrung in Fett, Muskelfaser, Nerven-, Gehirnsubstanz, zu Knochen, Haaren ꝛc., ohne gleichzeitige Bil-

dung von neuen Verbindungen, welche durch die Organe der Secretion wieder aus dem Körper entfernt werden, ist nicht denkbar.

In einem erwachsenen Menschen sind diese Secretionen von wenig wechselnder Beschaffenheit und Quantität; alle seine Theile sind völlig ausgebildet, was er aufnimmt, dient nicht zur Vermehrung seiner Masse, sondern lediglich nur zum Ersatz des verbrauchten Stoffes, denn jede Bewegung, jede Kraftäußerung, jede organische Thätigkeit wird bedingt durch Stoffwechsel, durch eine neue Form, welche seine Bestandtheile annehmen *).

In dem kindlichen Alter kommt zu dieser normalen Thätigkeit der Erhaltung eine abnorme Thätigkeit der Zunahme und Vermehrung der Masse des Körpers, eines jeden einzelnen seiner Theile; es müssen in dem jugendlichen Körper eine weit größere Menge von fremden, dem Organismus nicht angehörigen Stoffen vorhanden sein, welche durch das Blut in alle seine Theile verbreitet werden.

Bei normaler Thätigkeit der Secretionsorgane werden sie aus dem Körper entfernt, durch jede Störung der Functionen derselben müssen sie im Blute oder in einzelnen Theilen des Körpers sich anhäufen. Die Haut, die Lunge oder andere Organe übernehmen die Function der kranken Secretionsapparate, und sind die abgeschiedenen Stoffe in dem Zustande einer fortschreitenden Metamorphose begriffen, so heißen sie ansteckend; sie sind alsdann fähig, in einem andern

*) Die Versuche von Barruel über die außerordentliche Verschiedenheit von Gerüchen, die sich aus Blut entwickeln, dem man etwas Schwefelsäure zugesetzt hat, beweisen jedenfalls die Existenz besonderer Materien in verschiedenen Individuen; das Blut eines blonden Menschen giebt einen andern Geruch, als das eines braunen, das Blut verschiedener Thiere weicht in dieser Beziehung sehr bemerkbar von dem der Menschen ab.

gesunden Organismus den nämlichen Krankheitszustand hervorzurufen, aber nur dann, wenn dieser empfänglich dafür ist, d. h. wenn er eine Materie enthält, welche den nämlichen Zersetzungsproceß erleiden kann.

Die Erzeugung von Materien dieser Art, welche den Körper empfänglich für Ansteckung machen, kann durch die Lebensweise, durch Nahrung bedingt werden; ein Uebermaß von kräftigen und gesunden Speisen wird eben so gut sich dazu eignen, wie Mangel, Schmutz, Unreinlichkeit und der Genuß von verdorbenen Nahrungsmitteln.

Alle diese Bedingungen zur Ansteckung müssen als zufällig angesehen werden, ihre Bildung, ihre Anhäufung im Körper kann verhütet, sie können aus dem Körper entfernt werden, ohne seine Hauptfunctionen, ohne die Gesundheit zu stören, ihre Gegenwart ist nicht nöthig zum Leben.

Die Wirkung und Erzeugung von Contagien ist nach dieser Ansicht ein chemischer Proceß, welcher vor sich geht im lebenden Körper, an welchem alle Materien im Körper, alle Bestandtheile derjenigen Organe Antheil nehmen, in denen die Lebenskraft die einwirkende chemische Thätigkeit nicht überwältigt, er verbreitet sich demnach entweder durch alle Theile des Körpers, oder beschränkt sich lediglich auf gewisse Organe; die Krankheit ergreift je nach der Schwäche oder der Intensität des Widerstandes alle Organe, oder nur einzelne Organe.

In der abstract chemischen Bedeutung setzt die Wiedererzeugung eines Contagiums eine Materie voraus, welche gänzlich zersetzt wird, und eine zweite, welche durch den Act der Metamorphose der ersten in Zersetzung übergeht. Diese im Zustande der Zersetzung begriffene zweite Materie ist das regenerirte Contagium.

Die zweite Materie ist unter allen Umständen ursprünglich ein Bestandtheil des Blutes gewesen, die erste kann ein zufälliger oder ein zum Leben ebenfalls nothwendiger sein.

Sind beide Bestandtheile zur Unterhaltung der Lebensfunctionen gewisser Hauptorgane unentbehrlich, so endigt sich die Metamorphose mit dem Tode.

Wird hingegen durch die Abwesenheit des zerstörten einen Bestandtheils des Blutes den Functionen der wichtigsten Organe keine unmittelbare Grenze gesetzt, dauern sie fort, wenn auch in annormalem Zustande, so erfolgt Reconvalescenz; die noch vorhandenen Producte der Metamorphose des Blutes werden in diesem Falle zur Assimilation selbst verwendet, es entstehen in diesem Zeitpunkte Secretionen von besonderer Beschaffenheit.

Ist der zerstörte Bestandtheil des Blutes ein Product einer anormalen Lebensweise, gehört seine Erzeugung nur einem gewissen Alter an, so hört mit seinem Verschwinden die Empfänglichkeit für Ansteckung auf.

Die Wirkungsweise der Kuhpocken-Materie beweis't, daß ein zufälliger Bestandtheil des Blutes in einem besonderen Zersetzungsprocesse zerstört wird; sie bewirkt, dem Blute eingeeimpft, eine Metamorphose desselben, an der die anderen Bestandtheile keinen Antheil nehmen.

Wenn man sich an die Wirkungsweise der Unterhefe (s. S. 444) erinnert, so kann man kaum über die der Kuhpockenlymphe zweifelhaft sein.

Die Unterhefe und Oberhefe stammen beide aus Kleber, ähnlich wie die Kuhpocken-Materie und das Blatterngift beide aus dem Blute entspringen.

Die Oberhefe und das Blatterngift bewirken beide eine stürmische tumultuarische Metamorphose, die erstere in Pflan-

zensäften, das andere im Blute, die ihre Bestandtheile enthalten, sie erzeugen sich beide mit allen ihren Eigenschaften wieder.

Die Unterhefe wirkt lediglich nur auf den Zucker, sie veranlaßt eine ausnehmend verlangsamte Zersetzung desselben, eine Metamorphose, an welcher der Kleber keinen Antheil nimmt; nur insofern die Luft dabei einwirkt, erleidet dieser eine neue Form und Beschaffenheitsänderung, in Folge welcher sie ebenfalls wieder mit allen ihren Eigenschaften gebildet wird.

Aehnlich wie die Wirkungsweise der Unterhefe muß die der Kuhpocken-Materie sein; ein Bestandtheil des Blutes geht durch sie in Zersetzung über, aus einem zweiten erzeugt sie sich wieder, aber in einer durchaus geänderten Zersetzungsweise; das Product besitzt die milde Form, alle Eigenschaften der Kuhpockenlymphe.

Die Empfänglichkeit für Ansteckung durch Blatterngift muß nach der Einimpfung der Kuhpocken aufhören, eben weil durch einen künstlich erregten, besondern Zersetzungsproceß diejenigen Materien zerstört und entfernt worden sind, deren Vorhandensein die Empfänglichkeit bedingte. Sie kann sich in dem nämlichen Individuum wieder erzeugen, es kann wieder empfänglich für Ansteckung werden, und eine zweite und dritte Impfung vermag ihn wieder zu entfernen.

In keinem Organe pflanzen sich chemische Actionen leichter und schneller fort als in der Lunge, keine Art von Krankheiten findet sich häufiger und ist gefährlicher, als die Lungenkrankheiten.

Wenn man annimmt, daß im Blute die chemische Action und die Lebenskraft sich gegenseitig im Gleichgewichte halten, so ist es als gewiß zu betrachten, daß in der Lunge selbst,

in welcher Luft und Blut sich unmittelbar berühren, der chemische Proceß bis zu einem gewissen Grade das Uebergewicht behauptet, denn das Organ selbst ist von der Natur dazu eingerichtet, um ihn zu begünstigen; er setzt der Veränderung, die das venöse Blut erleidet, keinen Widerstand entgegen.

Durch die Bewegung des Herzens wird der Contact der Luft mit dem venösen Blute auf eine außerordentlich kurze Zeit beschränkt, jeder ferneren bis über einen bestimmten Punkt hinaus sich erstreckenden Störung wird durch rasche Entfernung des arteriellen Blutes vorgebeugt.

Eine jede Störung der Functionen des Herzens, eine jede, wenn auch schwache chemische Action von Außen veranlaßt eine Aenderung in dem Respirationsproceße, selbst feste Substanzen, Staub von vegetabilischen (Mehl), thierischen (Wollenfasern) und anorganischen Materien, sie wirken auf dieselbe Weise, wie wenn sie in eine gesättigte, im Krystallisiren begriffene Flüssigkeit gebracht werden, sie veranlassen eine Ablagerung von festen Stoffen aus dem Blute, durch welche die Einwirkung der Luft gehindert wird.

Gelangen gasförmige, in Zersetzung begriffene Substanzen, oder solche, welche eine chemische Action ausüben, wie Schwefelwasserstoffsäure, Kohlensäure ꝛc. in die Lunge, so stellt sich ihnen in diesem Organe weniger als in irgend einem andern ein Widerstand entgegen. Der chemische Proceß der Verwesung, welcher in der Lunge vor sich geht, wird gesteigert durch alle in Fäulniß und Verwesung begriffene Materien, durch Ammoniak und Alkalien; er wird vermindert durch empyreumatische flüchtige Substanzen, ätherische Oele, durch Säuren. Schwefelwasserstoffsäure zerlegt das Blut augenblicklich, schweflige Säure verbindet sich mit der Substanz der Häute, Zellen und Membranen.

Nimmt durch den Contact mit einer in Zersetzung begriffenen Materie der Respirationsproceß eine andere Richtung an, überträgt sich die Zersetzung, die sie erleidet, der Blutmasse selbst, so erfolgt Krankheit.

Ist die in Zersetzung begriffene Materie Product einer Krankheit, so heißt sie ebenfalls Contagium, ist sie das Product von Fäulniß und Verwesung thierischer und vegetabilischer Substanzen, wirkt sie durch ihren chemischen Charakter (also nicht durch ihren Zustand), indem sie eine Verbindung eingeht oder eine Zersetzung veranlaßt, so heißt sie Miasma.

Ein gasförmiges Contagium ist ein Miasma, was aus dem lebenden Blute stammt und fähig ist, im lebenden Blute sich wieder zu erzeugen.

Ein Miasma bewirkt Krankheit, ohne sich zu reproduciren.

Alle Beobachtungen, die man über gasförmige Contagien gemacht hat, beweisen, daß sie ebenfalls Materien sind, die sich in einem Zustande der Zersetzung befinden. Auf Gefäße, die mit Eis angefüllt sind, schlägt sich an der Außenseite aus der Luft, welche gasförmige Contagien enthält, Wasser nieder, welches gewisse Mengen darin gelöst enthält. Dieses Wasser ändert seinen Zustand in jedem Zeitmomente, es trübt sich und geht, wie man gewöhnlich sagt, in Fäulniß über, oder, was ohne Zweifel richtiger ist, der Zustand der Zersetzung, in dem sich der gelöste Ansteckungsstoff befindet, vollendet sich in dem Wasser.

Alle Gase, die sich aus faulenden thierischen und vegetabilischen Materien, die sich in Krankheitsproeessen entwickeln, besitzen gewöhnlich einen eigenthümlich widrigen, unangenehmen oder stinkenden Geruch, der in den meisten Fällen das Vorhandensein einer Materie beweist, die sich im Zustande

der Zersetzung, d. h. einer chemischen Action befindet. Das Riechen selbst kann in vielen Fällen als die Reaction der Geruchsnerven betrachtet werden, als der Widerstand, den die Lebensthätigkeit der chemischen Action entgegensetzt.

Eine Menge von Metallen geben beim Reiben Geruch, aber keins von denen, die wir edle nennen, d. h. welche in Luft bei Gegenwart von Feuchtigkeit keine Veränderung erleiden; Arsenik, Phosphor, Leinöl, Citronöl, Terpentinöl, Rautenöl, Pfeffermünzöl, Moschus ꝛc. riechen nur im Acte ihrer Verwesung. (Oxydation bei gewöhnlicher Temperatur.)

So verhält es sich denn mit allen gasförmigen Contagien; sie sind mehrentheils begleitet von Ammoniak, was man in vielen Fällen als den Vermittler der Gasform des Contagiums betrachten kann, sowie es der Vermittler ist des Geruches von zahllosen Substanzen, die an und für sich nur wenig flüchtig, von vielen, die geruchlos sind. (Robiquet in den Ann. de chim. et de phys. XV. 27.)

Das Ammoniak ist der Begleiter der meisten Krankheitszustände; es fehlt nie bei denen, in welchen sich Contagien erzeugen; es ist ein nie fehlendes Product aller im Zustande der Zersetzung sich befindenden thierischen Stoffe. In allen Krankenzimmern, vorzüglich bei ansteckenden Krankheiten, läßt sich die Gegenwart des Ammoniaks nachweisen; die durch Eis verdichtete Feuchtigkeit der Luft, welche das flüchtige Contagium enthält, bringt in Sublimatlösung einen weißen Niederschlag hervor, gerade wie dies durch Ammoniakauflösung geschieht. Das Ammoniaksalz, was man aus dem Regenwasser nach Zusatz von Säuren und Verdampfen enthält, entwickelt, wenn man durch Kalk das gebundene Ammoniak wieder austreibt, den unverkennbarsten Leichengeruch oder den Geruch, der den Miststätten eigenthümlich ist.

Durch Verdampfen von Säuren in einer Luft, welche gasförmige Contagien enthält, neutralisiren wir das Ammoniak; wir hindern die weitere Zersetzung und heben die Wirkung des Contagiums, seinen Zustand der Zersetzung gänzlich auf. Salzsäure und Essigsäure, in manchen Fällen Salpetersäure, sind allen anderen vorzuziehen.

Chlor, was das Ammoniak und organische Materien so leicht zerstört, hat auf die Lunge einen so nachtheiligen und schädlichen Einfluß, daß man es zu den giftigsten Stoffen zu rechnen hat, welches nie an Orten, wo Menschen athmen, in Anwendung kommen darf.

Kohlensäure und Schwefelwasserstoff, die sich häufig aus der Erde, in Kloaken entwickeln, gehören zu den schädlichsten Miasmen. Die erstere kann durch Alkalien, der Schwefelwasserstoff durch Verbrennen von Schwefel (schweflige Säure) oder durch Verdampfen von Salpetersäure auf's vollständigste aus der Luft entfernt werden.

Für die Physiologie und Pathologie, namentlich in Beziehung auf die Wirkungsweise von Arzneimitteln und Giften, ist das Verhalten mancher organischer Verbindungen beachtenswerth und bedeutungsvoll.

Man kennt mehrere, dem Anscheine nach ganz indifferente Materien, die bei Gegenwart von Wasser nicht mit einander zusammengebracht werden können, ohne eine vollständige Metamorphose zu erfahren; alle Substanzen, die eine solche gegenseitige Zersetzung auf einander ausüben, gehören zu den zusammengesetztesten Atomen.

Amygdalin z. B. ist eine völlig neutrale, schwach bittere, im Wasser leicht lösliche Substanz; es ist ein Bestandtheil der bitteren Mandeln; wenn es mit einem in Wasser gelösten Bestandtheil der süßen Mandeln, dem Synaptas, bei

Gegenwart von Waſſer zuſammengebracht wird, ſo verſchwindet es völlig ohne Gasentwickelung; in dem Waſſer findet ſich jetzt freie Blauſäure, Benzoylwaſſerſtoff (ſtickſtofffreies Bittermandelöl), eine beſondere Säure und Zucker, lauter Subſtanzen, die nur ihren Beſtandtheilen nach in Amygdalin vorhanden waren; daſſelbe geſchieht, wenn die bitteren Mandeln, welche den nämlichen weißen Stoff wie die ſüßen enthalten, zerrieben und mit Waſſer befeuchtet werden. Daher kommt es denn, daß die Kleie von bitteren Mandeln, nach vorangegangener Behandlung mit Weingeiſt, bei der Deſtillation mit Waſſer kein blauſäurehaltiges Bittermandelöl mehr giebt; denn derjenige Körper, der zur Entſtehung dieſer flüchtigen Materien Veranlaſſung giebt, löſ't ſich ohne Veränderung in Weingeiſt auf, er iſt aus der Kleie hinweggenommen worden. Die zerriebenen bitteren Mandeln, einmal mit Waſſer befeuchtet, liefern kein Amygdalin mehr; es iſt gänzlich zerſetzt worden.

In dem Samen von Sinapis alba und nigra giebt der Geruch keine flüchtigen Materien zu erkennen. Beim Auspreſſen erhält man daraus ein fettes Oel von mildem Geſchmack, in dem man keine Spur einer ſcharfen oder flüchtigen Subſtanz nachweiſen kann; wird der Samen zerrieben und mit Waſſer deſtillirt, ſo geht mit den Waſſerdämpfen ein flüchtiges Oel von großer Schärfe über; wenn er aber, vor der Berührung mit Waſſer, mit Alkohol behandelt wird, ſo erhält man aus dem Rückſtande kein flüchtiges Oel mehr; in dem Alkohol findet ſich eine kryſtalliniſche Materie, das Sinapin, und mehrere andere nicht ſcharfe Körper, durch deren Contact mit Waſſer und dem eiweißartigen Beſtandtheile des Samens das flüchtige Oel gebildet wurde.

Körper, welche die anorganiſche Chemie abſolut indifferent

nennt, indem sie keinen hervorstechenden chemischen Charakter besitzen, bringen, wie diese Beispiele ergeben, bei ihrem Contact mit einander eine gegenseitige Zersetzung hervor; ihre Bestandtheile ordnen sich auf eine eigenthümliche Weise zu neuen Verbindungen; ein complexer Atom zerfällt in zwei und mehrere minder complexe, durch eine bloße Störung in der Anziehung seiner Elemente.

Ein gewisser Zustand in der Beschaffenheit der weißen, dem geronnenen Eiweiß ähnlichen Bestandtheile der Mandeln und des Senfs ist eine Bedingung ihrer Wirksamkeit auf Amygdalin und auf die Bestandtheile des Senfs, woraus sich das flüchtige scharfe Oel bildet.

Werfen wir zerriebene und geschälte süße Mandeln in siedendes Wasser, behandeln wir sie mit kochendem Weingeist oder mit Mineralsäuren, bringen wir sie mit Queckſilbersalzen in Berührung, so wird ihr Vermögen, in dem Amygdalin eine Zersetzung zu bewirken, völlig vernichtet. Das Synaptas ist ein stickstoffreicher Körper, welcher sich, im Wasser gelöst, nicht aufbewahren läßt; sehr rasch trübt sich die Auflösung, setzt einen weißen Niederschlag ab und nimmt einen Fäulnißgeruch an.

Es ist ausnehmend wahrscheinlich, daß der eigenthümliche Zustand der Umsetzung der Bestandtheile des im Wasser gelöst'ten Synaptas die Ursache der Zersetzung des Amygdalins, der Bildung von neuen Producten ist; seine Wirkung ist der des Labs auf Zucker in dieser Beziehung außerordentlich ähnlich.

Das Gerstenmalz, gekeimte Samen von Getreidearten überhaupt enthalten eine während des Keimungsprocesses aus dem Kleber gebildete Substanz, die Diastase, welche mit Amylon und Wasser bei einer gewissen Temperatur, ohne

eine Aenderung in dem Amylon zu bewirken, nicht zusammengebracht werden kann.

Streuet man gemahlenes Gerstenmalz auf warmen Stärkekleister, so wird er nach einigen Minuten flüssig wie Wasser; die Flüssigkeit enthält jetzt eine dem Gummi in vielen Eigenschaften ähnliche Substanz; bei etwas mehr Malz und länger dauernder Erhitzung nimmt die Flüssigkeit einen süßen Geschmack an, alle Stärke findet sich in Traubenzucker verwandelt.

Mit der Metamorphose der Stärke haben sich aber die Bestandtheile der Diastase ebenfalls zu neuen Verbindungen umgesetzt.

Die Verwandlung aller stärkemehlhaltigen Nahrungsmittel in Traubenzucker, welche in der zuckrigen Harnruhr (Diabetes mellitus) vor sich geht, setzt das Vorhandensein einer Materie, eines Bestandtheils, oder der Bestandtheile eines Organs voraus, die sich im Zustande einer chemischen Action befinden, im Zustande einer Thätigkeit, der die Lebenskraft im kranken Organe keinen Widerstand entgegensetzt. Die Bestandtheile des Organs, müssen gleichzeitig mit dem Stärkemehl eine fortdauernde Aenderung erleiden; je mehr wir von dem letztern zuführen, desto stärker und intensiver wird die Krankheit; führen wir ausschließlich nur solche Nahrungsstoffe zu, welche durch die nämliche Ursache keine Metamorphose erleiden, steigern wir durch Reizmittel und kräftige Speisen die Lebensthätigkeit, so gelingt es zuletzt, die freie chemische Action zu überwältigen, d. h. die Krankheit zu heben.

Die Verwandlung der Stärke in Zucker kann ebenfalls durch reinen Kleber, sie kann bewirkt werden durch verdünnte Mineralsäuren.

Ueberall sieht man, daß in compleren organischen Atomen

die mannichfaltigsten Umsetzungen, Zusammensetzungs- und Eigenschafts-Aenderungen durch alle Ursachen, welche eine Störung in der Anziehung ihrer Elemente veranlassen, bewirkt werden können.

Bringen wir feuchtes Kupfer in Luft, welche Kohlensäure enthält, so wird durch den Contact mit dieser Säure die Verwandtschaft des Metalls zu dem Sauerstoff der Luft in dem Grade gesteigert, daß sich beide mit einander verbinden, seine Oberfläche bedeckt sich mit grünem kohlensauren Kupferoxyd. Zwei Körper, welche die Fähigkeit haben, sich zu verbinden, nehmen aber entgegengesetzte Electricitäts-Zustände an in dem Moment, wo sie sich berühren.

Berühren wir das Kupfer mit Eisen, so wird durch Erregung eines besondern Electricitäts-Zustandes die Fähigkeit des Kupfers vernichtet, eine Verbindung mit dem Sauerstoff einzugehen; es bleibt unter gleichen Bedingungen blank.

Setzen wir ameisensaures Ammoniak einer Temperatur von 180° aus, so wird die Stärke und Richtung der chemischen Anziehungen der Bestandtheile dieser Verbindung geändert, es werden die Bedingungen geändert, unter welchen Ameisensäure und Ammoniak die Fähigkeit erhielten, zu einem Körper mit den besonderen Eigenschaften zusammenzutreten, welche das ameisensaure Ammoniak charakterisiren; seine Elemente ordnen sich bei 180° in Folge der Störung durch die Wärme auf eine neue Weise, es entsteht Wasser und Blausäure.

Eine bloße mechanische Bewegung, Reibung und Stoß reichen hin, um die Bestandtheile der fulminirenden Silber- und Queckſilber-Verbindungen zu einer Umsetzung, zu einer neuen Ordnung zu bringen, um in einer Flüssigkeit die Bildung von neuen Verbindungen zu veranlassen.

Aehnlich wie die Electricität und Wärme auf die Aeußerung der chemischen Verwandtschaft einen bestimmbaren Einfluß äußert, ähnlich wie sich die Anziehungen, welche Materien zu einander haben, zahllosen Ursachen unterordnen, die den Zustand dieser Materien, die die Richtung ihrer Anziehungen ändern, auf eine ähnliche Weise ist die Aeußerung der chemischen Thätigkeiten in dem lebenden Organismus abhängig von der Lebenskraft.

Die Fähigkeit der Elemente, zu den eigenthümlichen Verbindungen zusammenzutreten, welche in Pflanzen und Thieren erzeugt werden, die Fähigkeit war chemische Verwandtschaft, aber die Ursache, welche sie hinderte, sich nach dem Grade der Anziehung, die sie unter anderen Bedingungen zu einander haben, mit einander sich zu vereinigen; die Ursache also, die ihre eigenthümliche Ordnung und Form in dem Körper bedingte, dies war die Lebenskraft.

Nach der Hinwegnahme, mit dem Aufhören der Bedingung ihrer Entstehung, der Ursache, die ihr Zusammentreten beherrschte, mit dem Verlöschen der Lebensthätigkeit behaupten die meisten organischen Atome ihren Zustand, ihre Form und Beschaffenheit nur in Folge des Beharrungsvermögens; ein großes umfassendes Naturgesetz beweis't, daß die Materie in sich selbst keine Selbstthätigkeit besitzt; ein in Bewegung gesetzter Körper verliert seine Bewegung nur durch einen Widerstand; es muß auf jeden ruhenden Körper eine äußere Ursache einwirken, wenn er sich bewegen, wenn er irgend eine Thätigkeit darbieten soll.

In den complexen organischen Atomen, in Verbindungen so zusammengesetzter Art, deren Bildung auf gewöhnliche Weise sich zahllose Ursachen entgegensetzen, bei diesen veranlassen gerade diese zahllosen Ursachen eine Veränderung und

Zersetzung, wenn sich ihrer Wirkungsweise die Lebenskraft nicht mehr entgegensetzt. Berührung mit der Luft, die schwächste chemische Action bewirken eine Veränderung; ein jeder Körper, dessen Theile sich im Zustande der Bewegung, der Umsetzung befinden, die Berührung damit reicht in vielen Fällen schon hin, um den Zustand der Ruhe, das statische Moment der Anziehung ihrer Bestandtheile aufzuheben. Eine unmittelbare Folge davon ist, daß sie sich nach dem verschiedenen Grade ihrer Anziehung ordnen, d. h. es entstehen neue Verbindungen, in welchen die chemische Kraft vorherrscht, in welcher sie sich jeder weitern Störung durch die nämliche Ursache entgegensetzt, neue Producte, in welchen die Bestandtheile, in einer andern Ordnung vereinigt, der einwirkenden Thätigkeit eine Grenze, oder, unter gegebenen Bedingungen, einen unüberwindlichen Widerstand entgegensetzen.

Anhang.

(Zu Seite 466.)

Einige Kartoffeln, welche, mehrfach in Papier eingewickelt in einer Schachtel verschlossen, an einem ganz dunkeln, mäßig warmen Orte des hiesigen Laboratoriums lagen, fanden sich im März 1843 in einem Netze von zwei Linien dicken, 10—15 Zoll langen Trieben (s. g. Kartoffelkeimen) umgeben, an denen sich mehrere hunderte kleine $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$ Zoll dicke neue Kartoffelknollen angesetzt hatten; die Triebe und Knollen besaßen eine weiße Farbe und es war kein Zeichen von Blättern oder Blättersätzen daran vernehmbar. Durch ein Mikroskop zeigten sich die Zellen der Mutterkartoffel in der Nähe der äußern Schale noch theilweise mit Stärkemehlkörnchen angefüllt, in der Mitte waren sie ganz leer, die Masse elastisch und weich, wie etwa nasses Hollundermark. Die Triebe, sowie die Zellen der jungen Knollen strotzten von Amylon.

Die Entwickelung dieser Triebe und die Bildung dieser jungen Knollen auf Kosten der Bestandtheile der Mutterkartoffel versinnlichen die Bildung und Ernährung der Pilze; es ist die vorhandene organische Substanz, welche durch die im Keime thätige Kraft eine neue von ihm ausgehende Form erhält; von einer Ernährung, wie bei den anderen Pflanzen, von einer Zufuhr von Nahrungsstoff von Außen,

aus der Luft oder dem Boden kann hier keine Rede sein; sowie sich nun die Bestandtheile der alten Kartoffel in den Trieben und Keimen der jungen in ihrer Zusammensetzung unverändert wiederfinden, so gestaltet sich auf einer, im Zustande der Fäulniß oder Verwesung befindlichen Pflanzen- oder Thiersubstanz, bei Vorhandensein eines Keimes oder Samens, ein Pilz, in welchen die Bestandtheile dieses organischen Körpers oder die Producte seiner Fäulniß gerade so übergehen, wie die innere Masse der Mutterkartoffel in die Keime und Triebe der jungen Knollen. Zu diesem Uebergange gehört die organische Kraft allein, und Licht und andere Bedingungen des Pflanzenlebens können gänzlich ausgeschlossen sein.

Vergleichung von Feldmaßen in verschiedenen europäischen Staaten.

Großh. Hessen. Morgen =400 □Klftr.	Baden. Morgen*) =400 □Ruth.	Baiern. Tagewerk =400 □Ruth.	England. Acre =160 □Ruth.	Frankreich. Hectare =100 □Dec.	Frankfurt a. M. Morgen =160 □Ruth.	Oesterreich. Wiener Joch =1600 □Klft.	Preußen. Morgen =180 □Ruth.	Sachsen. Acker =300 □Ruth.	Würtemberg. Morgen =380 □Ruth.
1	0,694	0,733	0,617	0,250	1,234	0,434	0,980	0,452	0,794
1,440	1	1,057	0,890	0,360	1,780	0,625	1,410	0,650	1,142
1,364	0,946	1	0,842	0,341	1,684	0,592	1,334	0,616	1,081
1,620	1,124	1,188	1	0,405	1,999	0,703	1,585	0,731	1,284
4	2,778	2,935	2,471	1	4,942	1,737	3,917	1,807	3,173
0,810	0,563	0,594	0,500	0,203	1	0,352	0,792	0,365	0,642
2,304	1,599	1,689	1,422	0,576	2,844	1	2,254	1,040	1,826
1,020	0,709	0,749	0,631	0,255	1,262	0,444	1	0,461	0,810
2,212	1,537	1,624	1,368	0,553	2,736	0,962	2,168	1	1,756
1,260	0,875	0,925	0,779	0,315	1,558	0,548	1,234	0,569	1

*) Der badische Morgen ist gleichbedeutend mit dem Schweizer Juchart.

Register.

A.

Abbrennen der Nadelholzwälder, als Mittel zur Fruchtbarmachung des Bodens 154.
Aceton, Bildung 391, 393.
Acker, warum er nach und nach die Fähigkeit, eine Frucht zu tragen, verliert, und über die Mittel sie zu erhalten 166.
Ackerbau, Kunst deſſ. 255; Principien 243.
Ackerboden, Tabelle über den Ammoniakgehalt deſſ. 368.
Ackererde, enthält keine Humusſäure 125; enthält ſchwefelſaure Salze 79; Entſtehung, Abſtammung des Thons 147; Gehalt an Eiſenoxyd 108; Urſprung 106—121; Veränderungen, die der Thon derſelben erleidet 121; fruchtbare, enthält phosphorſauren Kalk 156; künſtliche, Wachsthum verſchiedener Pflanzen in ſolcher 312; Avena ſativa 313; Hordeum vulgare 313; Nicotiana Tabacum 314; Polygonum Fagopyrum 314; Trifolium pratenſe 315; Vicia ſativa 312; Zuſammenſetzung der künſtlichen 311.
Ackerkrume, Wirkung von gebranntem Kalk 172.
Aconitſäure, Bildungstheorie 189.
Acorus Calamus, Aſchenanalyſe 352.
Adular, Verhalten zu Salzſäure 115.
Aepfelſäure, Bildung 48; Bildung in Früchten 186; Bildungstheorie, Formel 189; Vorkommen 188.
Aequivalente, chemiſche, Definition 386.
Aether, in welchen Weinen er ſich zu bilden vermag 438.
Aetheriſche Oele, Erzeugung 439.
Agave americana, Sauerſtoffverbrauch 29.
Agricultur, Grundſätze derſelben 215; Hauptaufgabe 432.
Agroſtemma Githago, Aſchenanalyſe 352.
Ahornſaft, wodurch er ſeinen Zucker verliert 131.
Ahornzucker, enthält Ammoniak 58, 60; Bildungstheorie 135.
Alaun, Bildung 149.
Albit, Natrongehalt 148; Verhältniß zu Salzſäure 115; Zuſammenſetzung 113.
Albumin, Vorkommen 183; ein ſchwefelhaltiger Beſtandtheil des Blutes, Gewinnung, Eigenſchaften 76; in Kartoffeln 182.
Aldehyd, Bildung, 382, 417.
Alebier, vor dem Sauerwerden zu ſchützen 452.
Alkali reiche Pflanzen 154.

Alkalien, nöthig für die Pflanzen 170; Antheil am Leben der Pflanzen 188; für Zuckerbildung nöthig 185; thätig bei der Bildung der verschiedenen Modificationen des Humus 7; fördern die Löslichkeit der Humussäure 11; von den verschiedenen sind verschiedene Mengen zur Sättigung von Schwefelsäure nöthig 86 Anm.; treten durch die Wurzeln in die Pflanzen 105; Ursache der Fruchtbarkeit des Thones 148. 151; Verhältniß zu Gallussäure und Hämatin 413; pflanzensaure, Veränderungen im Körper 489; phosphorsaure, den Getreidearten unentbehrlich 100; phosphorsaure, Vorkommen 192; phosphorsaure, in Samen 84; salpetersaure, ob den Pflanzen nützlich 296.
Alkaligehalt der Blätter und kleinen Zweige 99.
Alkargen wirkt nicht giftig 496.
Alkohol, Entstehung 432; Bildung bei der Gährung 402; Bildung von Aldehyd aus 392; kann thierische Substanzen nicht durchdringen 492; Oxydationsprodukte 417; Verhalten zu Kalihydrat 423, vernichtet das Wurstgift 504.
Alkoholgehalt, der gegohrnen Flüssigkeiten, Ursache der Verschiedenheit 450; Einfluß der Temperatur 451.
Alloran und Allorantin, Bildung 447; Umwandlung beider in einander 448.
Ameisensäure, Bildung aus Alkohol 417; Bildung aus Blausäure 399; aus Blausäure, Salzsäure und Wasser 373.
Ammoniak, Ansichten über den Ursprung 281; der Atmosphäre, die Quelle des Stickstoffs in den Pflanzen 74; Begleiter der meisten Krankheitszustände 528; Beweis, daß es aus der Atmosphäre an der Oberfläche vieler Körper condensirt wird 289; Bildung bei Fäulniß und anderen chemischen Processen 291, 302; Bildung von Salpetersäure aus 429; Bildung durch Wechselwirthschaft nicht erzielbar 225; Bildung bei Zersetzung stickstoffhaltiger Körper 395 ff. 398; Einfluß bei Bildung verschiedener Pflanzenstoffe 58; im Eisenerze, Ursprung 282; Versuche von Will und Varrentrapp über seine Entstehung 285; Versuche von Faraday 287; Entwicklung aus dem Urin 246; Gehalt des Ackerbodens, Tabelle von Kröcker 368; Gehalt des Schweißes 289; dem Getreide und Gemüse unentbehrlich 100; in der Humussäure 8; Produkt der Fäulniß 53, 67; Quellen desselben 279; ist die Quelle des Stickstoffs in den Pflanzen 51, 281; Verbindungen, die es mit andern Stoffen bildet 52; Quelle der Salpetersäure 297; im Regen- und Schneewasser vorhanden 54, 56; aus dem Stickstoffe der Luft bildet es sich nicht 284; Ursache der Weichheit des Regenwassers 57; Ursprung desselben in der Borsäure 102; Vorkommen in Mineralien 285; Vorkommen im Thon und Eisen 72; Wirkung auf die Vegetation 275; ameisensaures, Verhalten in hoher Temperatur 533; harnsaures, Umwandlung in Blausäure 52; salpetersaures, Bildung 429; salzsaures, im Meerwasser 104 Anm.; schwefelsaures, zur Assimilation am geeignetsten 80.
Amygdalin, Zahl seiner Aequivalente 386; Verhalten zu Synaptas 529.
Amylon, Bildungsproceß 48, 187; Bedingungen der Bildung 184, 186; Gehalt der Kartoffeln 182; sauerstoffhaltig 6; Vorkommen in Pflanzen 182; im Holzkörper der Bäume und sein Nutzen 131.
Analysen, von Aschen nach Berthier 330; die Asche der Pferdeexcremente 230; der Aschen von Samen 193; des Basalts nach Löwe 116; der Blutasche 193; der Braunkohle 480, 481; von Dammerde nach Sauſſure 129; des Düngers 318; von vermodertem Eichenholz

469; thierische Excremente 354 ff.; der Feldspathe 113; der Fichtenasche nach Saussure 88; des Geyserwassers 113; des Guano 359; der Heuasche nach Haidlen 234; von weißem faulen Holze 478; von Kieselpflanzen 203; von Kalk- und Salzpflanzen 203; des frischen Kuhkothes 237; der Milchasche 232; von Mineralien nach Saussure 332; und der darauf gewachsenen Pflanzen 333; des Milwassers 301; einiger Pflanzenarten nach Hertwig 328; von Pflanzenaschen nach Saussure 334—343; Neuere Analysen von Pflanzenaschen 344—353; des Phonolith 115; der Porzellanerden 119; der Roggenstrohasche nach Fresenius 329; der Roßkastanienasche 240; verschiedener Samenaschen 316; von Stalldünger nach Richardson 327; der Tannenasche nach Berthier 89; des Tannenholzes und -Nadeln 187; der Asche von Tannenholz und -Rinde 223; des Thonschiefers nach Frick 116; des Topinambour 324 ff. der Torfasche 252; Tabelle über die Aschenbestandtheile von zu Bechelbronn geernteten Pflanzen 322; des Wassers eines artesischen Brunnens 300; verschiedener geernteter Produkte 319; von geernteten Produkten bei Wechselwirthschaft 320.
Anorganische Bestandtheile der Vegetabilien 83 ff; Natur, Quelle der Pflanzennahrung 3.
Anorthit, Zusammensetzung 113.
Ansteckung, Bedingungen 523; Begriff 518; wie sie erfolgt 520.
Anthemis arvensis, Aschenanalyse 352.
Anthracit, Bildung 486.
Apatit als Grundlage der thierischen Knochen 240; Vorkommen 156.
Apophyllit, Formel 120 Anm.
Appert'sche Aufbewahrungsmethode 446.
Arragonit, merkwürdige Eigenschaften desselben 381.
Arsen, wie es Geruch erhalte 439; Wirkung auf Pflanzen 70 Anm.
Arsenige Säure, Wirkung auf den Organismus 495, 497.
Arsenverbindungen, manche sind nicht giftig 496.
Arzneiwirkung, worauf beruhend 513.
Aschen, Analysen nach Berthier 330; Analysen einiger, nach Hertwig 328; Analysen verschiedener Samen 316; von Braunkohle und Torf als Dünger 242; als Mittel, unfruchtbaren Boden fruchtbar zu machen 98; Dünger für Wiesen 264; des Hafers, Analyse nach Saussure 234; Löslichkeit in Wasser 202; der Pferdeexcremente, Analyse 230; von Roggenstroh, Analyse nach Fresenius 329; von Samen, Bestandtheile 193; des Tannenholzes und der -Rinde Analyse 223; vegetabilische, enthält Metalloxyd 5; Zusammensetzung von zu Bechelbronn geernteten Pflanzen 322.
Aschenbestandtheile der in reinem Sande und künstlicher Ackererde gewachsenen Pflanzen 316; von Heu 326; Tabelle über die einem Felde gegebenen und genommenen 323; Uebersicht über die auf eine Hectare für 5 Jahre gebrachten 324; Uebersicht der bei der Cultur des Topinambour dem Boden gegebenen und genommenen 325.
Aschendüngung, Wichtigkeit 238; Verhältniß der einzelnen Aschenarten 239.
Aschengehalt und Bestandtheile verschiedener Rinden 223; des Tannenholz und -Nadeln 187.
Aschen-Mengen verschiedener Pflanzen 201; verschiedener Holzarten 96.
Assimilationsproceß der Pflanzen 47.
Athmungsproceß des Thieres 229.
Atmosphäre, Dichte derselben, Volum, Sauerstoff- und Kohlensäuregehalt 18 Anm.; Gewicht, Kohlenstoffgehalt 22; die Quelle des Am-

meniaks 290; die Quelle des zur Nahrung der Vegetabilien nöthigen Kohlenstoffes 16; Quelle des Kohlenstoffs in den Pflanzen 252; Quelle des Stickstoffgehaltes der Pflanzen 54, 268; der Stickstoff derselben scheint nicht in die Pflanzen überzugehen 305; Bousfingault's Versuche 306; der Urwelt und Jetztzeit 25.
Aufbewahrungsmethode von Appert für Speisen 446.
Auflockerung des Bodens, Nutzen für die Pflanzen 38.
Augit, Zusammensetzung 116.
Augitsaft der Gewächse 130.
Avena sativa, Wachsthum in reinem Sande und künstlicher Ackererde 313; Aschenbestandtheile 316.

B.

Bäume, Verhalten beim Eintritt des Augitsafts 130.
Baiersches Bier, Verfahren beim Brauen 440; Ursache der Haltbarkeit 442; Gährverfahren 443.
Baker, Fruchtbarmachung eines Gartens mit Thonerde 175.
Balsam, Bildung 184.
Barruel, über die sich aus Blut entwickelnden Gerüche 522.
Bartels, Analyse des Guano von Liverpool 366.
Basalt, ammoniakhaltig 285; Analyse nach Löwe 116; hält Eisenoxydul 107; Natron- und Kaligehalt 148; hält phosphorsauren Kalk 157.
Basaltboden zu Wiesen 97.
Basen, alkalische, Antheil am Lebensproceß der Pflanzen 187 ff.; alkalische, in Pflanzen 85; vertreten sich einander 86; nöthig für die Pflanzen 92, 96; organische, Definition. 5.
Baumrinde, Bestandtheile nach Berzelius 27.
Baumwolle entwickelt Sauerstoffgas 462.
Benzoesäure, Bildung aus Bittermandelöl 414.
Benzoylwasserstoff, Bildung 530.
Bergkrystall, Eigenschaften der reinen Kieselerde 108.
Bernstein, muthmaßliche Entstehung 474.
Bernsteinsäure, Erzeugung 474.
Berthier, Analysen verschiedener Aschen 330; über die Asche von Farrnkraut 202; über Aschengehalt des Tannenholzes 11; Analyse der Tannenasche 89; Analyse der Torfasche 252; über den verschiedenen Werth der Aschen als Düngemittel 239; über Salzgehalt von Pflanzen 204.
Berzelius, Analysen des Menschenharnes und Menschenkothes 235, 354; über Einfluß der Kälte auf die Auflösung der Humussäure 11; über die Eisenerze Schwedens 282; über Gehalt der Knochen an phosphors. Salzen 240; über den Karlsbader Sprudel 157; über das Verhalten von Silberoxyd zu Pyro-Traubensäure 378; über Salpetergehalt des Brunnenwassers 295.
Bewegung als chemische Action 378 ff.
Bibra, Analysen des Harnes von Pflanzenfressern 357.
Bier, baiersches, Verfahren beim Brauen 440 (vgl. Baiersches Bier); Einfluß des Gährungverfahrens auf seine Qualität 452; Ursache des größeren Alkoholgehaltes des untergährigen Bieres 450; Einfluß der Temperatur dabei 451; Ursache des Sauerwerdens 443; Wirkung des Hopfens 437.
Bier- und Weinhefe, identisch 433.
Biergährung, Hergang 432—453.
Bierforten, Verschiedenheiten 442;

Bierwürze, 433.; Eigenthümlichkeit ihrer Gährung 434.
Bingen, Fruchtwechsel daselbst 266.
Birkensaft, enthält Ammoniak 59, 60.
Bittererde, den Getreidearten unentbehrlich 100; in allen Pflanzenaschen 91; Gehalt verschiedener Pflanzen 203 ff.; phosphorsaure, Vorkommen 192; phosphorsaure, im Getreide 158.
Bittererde-Ammoniak, phosphorsaure in der Kleie 84.
Bittermandelöl, Verwandlung in der atmosphärischen Luft 414.
Blätter, Alkaligehalt 99; Function derselben 40; nehmen Kohlensäure auf und scheiden Sauerstoff aus 20; Menge des Kohlenstoffes, die sie aufnehmen 23; nehmen die Kohlensäure auf 255; welche den meisten Sauerstoff einsaugen 29; grüne, absorbiren Sauerstoff 31; Färbung derselben vom Sauerstoffe herrührend 30.
Blatterngift, Wirkung auf den Körper 506 ff. 510, wird im Magen zerstört 515; Wirkungsweise 524.
Blausäure, Bildungsproceß 52, 398; Metamorphosen 398; Wirkung auf den Organismus wie entdeckbar 499; nicht Ursache des Wurstgiftes 504; Verhalten zu Salzsäure 373.
Blei, alle Verbindungen von Blei mit organischen Substanzen sind durch Schwefelsäure zerlegbar 498.
Bleihyperoxyd, Reduction durch Wasserstoffhyperoxyd 377.
Bleikolik, Mittel dagegen 498.
Bleioxyd, essigsaures, bleibt nicht in den Pflanzen, die es aufgenommen 95.
Bleisalze sind Gift 494.
Blindwerden des Glases, Ursache 112.
Blüthen enthalten Ammoniak 60.
Blut, Affectionen durch Gifte 503 ff., 506; Bestimmung. Verhalten 502; faulendes, Wirkung 503; Erzeugung 181; Hauptbestandtheile, sind schwefelhaltig 75; ihr Ursprung 78; Gehalt an Mineralstoffen 180; als Quelle aller Bestandtheile des Thierkörpers 75; am meisten den Veränderungen unterworfen. 514.
Blutasche, Zusammensetzung 193.
Blutbestandtheile in Pflanzen vorgebildet 191 ff.; Bildung in Pflanzen 219; schwefelhaltige, mit denen in den Pflanzensäften identisch 77 ff.
Blutfibrin, Verhalten zu Wasserstoffhyperoxyd 406.
Blutstein, enthält Ammoniak 73.
Boden, Beschaffenheit desselben mit dem Maximum der Fruchtbarkeit 149; Einfluß auf Verwesung 471; Mengen von Substanzen, die ihm entzogen werden durch Pflanzen 200, 203 ff., 205; Nutzen des Düngers 222; Nutzen der mechanischen und chemischen Bearbeitung 211; fruchtbarer und unfruchtbarer 146; physikalische Bedingung der Fruchtbarkeit 179; sterilster 175; Verfahren, den unfruchtbarsten fruchtbar zu machen 199 ff.
Bodenarten, unfruchtbare 178.
Bodenbestandtheile, Einfluß auf Samen- und Strohbildung 258.
Bodenertrag, wovon abhängig, und wie wird er vermehrt 254.
Bodenkenntniß, Nutzen 167; für die Pflanzencultur wichtig 146.
Bohne, Aschenanalyse 344; enthalten Casein 183; enthalten phosphorsaure Alkalien 84.
Bohnenbaum, Aschenanalyse 331.
Borsäure, Fähigkeit der Verflüchtigung 101; Vorkommen in Massen 102.
Bouillon, Lagrange, Gehalt des Seewassers an Kohlensäure 104.
Bouis, über Ammoniakgehalt des Thones 73.
Bouquet der Weine, Entstehung 436; künstlich hervorgebracht 440.

Bouſſingault, Analyſe des Stallmiſtes 238; über Beſtandtheile des Guano 62; über Beſtandtheile des Heues, 260; über die Eiſenerze Südamerika's 282; über Klebergehalt verſchiedener Getreidearten 61; über das Kohlenſäureaufſaugungsvermögen der Traubenblätter 255; über Pferdenahrung und Pferdeexcremente 230; über die Quelle des Stickſtoffgehaltes der Pflanzen 53; Verſuche über die Quelle des Stickſtoffs in den Pflanzen 306; über den Stickſtoffgehalt einer beſtimmten Quantität Dünger 268; die Ableitung des Stickſtoffs in den Pflanzen aus dem im Dünger zugeführten Stickſtoff iſt unhaltbar 270; über den Subſtanzverluſt des Bodens durch Pflanzen 200; Tabellen über den Gehalt an Feuchtigkeit der Pflanzen u. ſ. w. 318 ff.
Brache, Definition 152; Begriff 168, 171; Nutzen 153; Endzweck 164.
Brachrüben, Subſtanzverluſt des Bodens durch 200.
Brachpflanzen zur Verbeſſerung des Bodens 225.
Braconnot, über ammoniakliefernde Mineralien 285; Analyſe des Nachtigallenkothes 366; über Salzgehalt von Pflanzen 204.
Branntwein, Entſtehung des Fuſelöls 435; Verhinderung der Erzeugung des Fuſelöls 437.
Braunkohle, Darſtellung der verſchiedenen Modificationen des Humus aus 7; Entſtehung 477. 479; Analyſe 480; Kohlenſtoffgehalt der daraus erhaltenen Humusſäure 8; Menge des gebundenen Kohlenſtoffes 25.
Braunkohlenaſche als Düngemittel 176, 242.
Braunkohlenlager, fortwährende Zerſetzung 486.
Brogniart, Beſchaffenheit der Atmoſphäre der Urwelt und Jetztzeit 25.
Brucin, Wirkungen deſſelben unbekannt 499.
Brunnenwaſſer ſalpeterhaltig 295.
Buchenholz- und -rindenaſche, Analyſe 328.
Buchenholzaſche als Düngemittel 239.
Buchweizen, Wachsthum in reinem Sande und künſtlicher Ackererde 314; Aſchenbeſtandtheile der Pflanzen 316.
Büchner, Analyſe der Saubohnenaſche 193.
Bunſen, über Alkargen 496.
Butterſäure, Bildung aus Zucker 402.

C.

Cactus-Frucht als Nahrungsmittel 44 Anm.
Cadet, Verſuche mit Salſola Kali 92.
Cannelkohle von Lancaſhire, Zuſammenſetzung und Entſtehung 484.
Caſein, aus Ammoniak gebildet 58; der Milch, zur Blutbildung dienlich, iſt ſchwefelhaltig 76; in Pflanzen 183; vegetabiliſcher ſtammt vom Ammoniak 62.
Cavendiſh, über Salpeterſäurebildung durch Elektricität 298.
Cementſteine, natürliche, Nutzen für Pflanzen 176.
Centaurea cyanus, Aſchenanalyſe 352.
Cerasus avium, Aſchenanalyſe des Holzes 344, 346.
Chelidonium major, Aſchenanalyſe 352.
Chemie, organiſche, Aufgabe 3.
Chemiſche Metamorphoſenbedingungen 371 ff., 379.
Chevalier, über Ammoniakgehalt der eiſenhaltigen Mineralien 72.
Chinaſäure, Vorkommen 85; in allen Chinaſorten 93; Zahl ihrer Aequivalente 386.
Chinin, Ammoniak erforderlich zur Bildung 58.

Chlor, nachtheilige Wirkung auf die Lunge 529.
Chloritschiefer enthält phosphorsauren Kalk 157.
Chlorkohlenstoff, Bildungstheorie 140.
Chondrus-Arten, Aschenanalyse 352.
Chossat, Versuche mit Tauben 180.
Citronöl, sauerstofffrei 6.
Citronensäurebildung 186; Vorkommen 188.
Citrus medica, Aschenanalyse der Samen 346.
Clemm, Analyse des Nordseewassers 103; über Seewasser 157.
Colin, über Ferment 404, 405.
Collard de Martigny, über Salpetersäurebildung 431.
Colquhoun, Analyse des chilenischen Guano 360.
Conium maculat., Aschenanalyse 352.
Contagien, Fähigkeit derselben Ansteckung zu bewirken 508; Ursache ihrer Wirkung 515 ff., 517; ist ein chemischer Proceß 523; Ursprung 520; Zerstörung 529; gasförmige 527; regenerirte 523.
Contactsubstanzen, Ansicht über 454.
Cook, über den Riesentang 308; über den Seetang 214.
Cruciferen enthalten die an Schwefel reichsten Verbindungen 78.
Cultur 122—164; des Bodens 174 ff.; Abweichung der Methoden nach dem Boden 167; Aufgabegesetze 142 ff.; Endzweck 145; Bedingungen 126 ff.; Einfluß auf den Gesundheitszustand 25; Einfluß auf den Klebergehalt 61; in der Gegend von Neapel 152; Nothwendigkeit der Bodenkenntniß und Verfahren dabei 146; rationelle, Principien 243 ff.; verschiedene bei verschiedenen Pflanzen 183.
Culturpflanzen, Eintheilung 202; Gehalt an zur Ernährung dienenden Bestandtheilen 182; nöthige Bodenbeschaffenheit 170; Stickstoffgehalt 261.
Cyan, Einfluß des Ammoniaks auf seine Bildung 58; Zersetzungserscheinungen 397.
Cyangas, Umwandlung in Ammoniak 291.
Cyansäure, Bildung 398.
Cyansäurehydrat, Zersetzung 397, 398.

D.

Dammerde, Begriff, Wirkung auf die Luft, Eigenschaft u. s. w. 475 ff.; Bestandtheile 128; Eigenschaft der daraus erhaltenen Humussäure 8.
Darmsteine der Pferde, Entstehung 84; Zusammensetzung 158.
Darwin, über die Arbeiten in den Bergwerken 181; Entdeckung von Silberminen 122; über das Verwittern von Felsen 106; über die Goldbergwerke in Chili 169; über die Kartoffelpflanzen Chili's 219; über die Unfruchtbarkeit der Salpeterminen 296.
Datura stramon., Aschenanalyse 352.
Davy, Analyse des Guano 361; über Gehalt des Weizens an Kleber 60; über die Kalkhöhlen von Ceylon 294; Versuche mit Kuhmist 67; Versuche über die Vegetation 35.
Delesseria sanguinea, Aschenanalyse 352.
Demachy, über Salmiakerzeugung aus Mistjauche 245.
Denham Smith, Analysen dreier Sorten amerikanischen Guano's 364. ff.
Destillation der Samen- und Pflanzensäfte liefert flüchtige Oele 439; trockene, ein Verbrennungsproceß 410.
Diabetes mellitus, Ursachen 532.
Diamant, muthmaßliche Entstehung 473.

Bouſſingault, Analyſe des Stallmiſtes 238; über Beſtandtheile des Guano 62; über Beſtandtheile des Heues, 260; über die Eiſenerze Südamerika's 282; über Klebergehalt verſchiedener Getreidearten 61; über das Kohlenſäureaufſaugungsvermögen der Traubenblätter 255; über Pferdenahrung und Pferdeexcremente 230; über die Quelle des Stickſtoffgehaltes der Pflanzen 53; Verſuche über die Quelle des Stickſtoffs in den Pflanzen 306; über den Stickſtoffgehalt einer beſtimmten Quantität Dünger 268; die Ableitung des Stickſtoffs in den Pflanzen aus dem im Dünger zugeführten Stickſtoff iſt unhaltbar 270; über den Subſtanzverluſt des Bodens durch Pflanzen 200; Tabellen über den Gehalt an Feuchtigkeit der Pflanzen u. ſ. w. 318 ff.
Brache, Definition 152; Begriff 168, 171; Nutzen 153; Endzweck 164.
Brachrüben, Subſtanzverluſt des Bodens durch 200.
Brachpflanzen zur Verbeſſerung des Bodens 225.
Braconnot, über ammoniakliefernde Mineralien 285; Analyſe des Nachtigallenkothes 366; über Salzgehalt von Pflanzen 204.
Branntwein, Entſtehung des Fuſelöls 435; Verhinderung der Erzeugung des Fuſelöls 437.
Braunkohle, Darſtellung der verſchiedenen Modificationen des Humus aus 7; Entſtehung 477. 479; Analyſe 480; Kohlenſtoffgehalt der daraus erhaltenen Humusſäure 8; Menge des gebundenen Kohlenſtoffes 25.
Braunkohlenaſche als Düngemittel 176, 242.
Braunkohlenlager, fortwährende Zerſetzung 486.
Brogniart, Beſchaffenheit der Atmoſphäre der Urwelt und Jetztzeit 25.
Brucin, Wirkungen deſſelben unbekannt 499.
Brunnenwaſſer ſalpeterhaltig 295.
Buchenholz- und -rindenaſche, Analyſe 328.
Buchenholzaſche als Düngemittel 239.
Buchweitzen, Wachsthum in reinem Sande und künſtlicher Ackererde 314; Aſchenbeſtandtheile der Pflanzen 316.
Büchner, Analyſe der Saubohnenaſche 193.
Bunſen, über Alkargen 496.
Butterſäure, Bildung aus Zucker 402.

C.

Cactus-Frucht als Nahrungsmittel 44 Anm.
Cadet, Verſuche mit Salſola Kali 92.
Cannelkohle von Lancaſhire, Zuſammenſetzung und Entſtehung 484.
Caſein, aus Ammoniak gebildet 58; der Milch, zur Blutbildung dienlich, iſt ſchwefelhaltig 76; in Pflanzen 183; vegetabiliſcher ſtammt vom Ammoniak 62.
Cavendiſh, über Salpeterſäurebildung durch Elektricität 298.
Cementſteine, natürliche, Nutzen für Pflanzen 176.
Centaurea cyanus, Aſchenanalyſe 352.
Cerasus avium, Aſchenanalyſe des Holzes 344, 346.
Chelidonium major, Aſchenanalyſe 352.
Chemie, organiſche, Aufgabe 3.
Chemiſche Metamorphoſenbedingungen 371 ff., 379.
Chevalier, über Ammoniakgehalt der eiſenhaltigen Mineralien 72.
Chinaſäure, Vorkommen 85; in allen Chinaſorten 93; Zahl ihrer Aequivalente 386.
Chinin, Ammoniak erforderlich zur Bildung 58.

Chlor, nachtheilige Wirkung auf die Lunge 529.
Chloritschiefer enthält phosphorsauren Kalk 157.
Chlorkohlenstoff, Bildungstheorie 140.
Chondrus-Arten, Aschenanalyse 352.
Chossat, Versuche mit Tauben 180.
Citronöl, sauerstofffrei 6.
Citronensäurebildung 186; Vorkommen 188.
Citrus medica, Aschenanalyse der Samen 346.
Clemm, Analyse des Nordseewassers 103; über Seewasser 157.
Colin, über Ferment 404, 405.
Collard de Martigny, über Salpetersäurebildung 431.
Colquhoun, Analyse des chilenischen Guano 360.
Conium maculat., Aschenanalyse 352.
Contagien, Fähigkeit derselben Ansteckung zu bewirken 508; Ursache ihrer Wirkung 515 ff., 517; ist ein chemischer Proceß 523; Ursprung 520; Zerstörung 529; gasförmige 527; regenerirte 523.
Contactsubstanzen, Ansicht über 454.
Cook, über den Riesentang 308; über den Seetang 214.
Cruciferen enthalten die an Schwefel reichsten Verbindungen 78.
Cultur 122—164; des Bodens 174 ff.; Abweichung der Methoden nach dem Boden 167; Aufgabegesetze 142 ff.; Endzweck 145; Bedingungen 126 ff.; Einfluß auf den Gesundheitszustand 25; Einfluß auf den Klebergehalt 61; in der Gegend von Neapel 152; Nothwendigkeit der Bodenkenntniß und Verfahren dabei 146; rationelle, Principien 243 ff.; verschiedene bei verschiedenen Pflanzen 183.
Culturpflanzen, Eintheilung 202; Gehalt an zur Ernährung dienenden Bestandtheilen 182; nöthige Bodenbeschaffenheit 110; Stickstoffgehalt 261.
Cyan, Einfluß des Ammoniaks auf seine Bildung 58; Zersetzungserscheinungen 397.
Cyangas, Umwandlung in Ammoniak 291.
Cyansäure, Bildung 398.
Cyansäurehydrat, Zersetzung 397, 398.

D.

Dammerde, Begriff, Wirkung auf die Luft, Eigenschaft u. s. w. 475 ff.; Bestandtheile 128; Eigenschaft der daraus erhaltenen Humussäure 8.
Darmsteine der Pferde, Entstehung 84; Zusammensetzung 158.
Darwin, über die Arbeiten in den Bergwerken 181; Entdeckung von Silberminen 122; über das Verwittern von Felsen 106; über die Goldbergwerke in Chili 169; über die Kartoffelpflanzen Chili's 219; über die Unfruchtbarkeit der Salpeterminen 296.
Datura stramon., Aschenanalyse 352.
Davy, Analyse des Guano 361; über Gehalt des Weizens an Kleber 60; über die Kalkhöhlen von Ceylon 294; Versuche mit Kuhmist 67; Versuche über die Vegetation 35.
Delesseria sanguinea, Aschenanalyse 352.
Demachy, über Salmiakerzeugung aus Mistjauche 245.
Denham Smith, Analysen dreier Sorten amerikanischen Guano's 364. ff.
Destillation der Samen- und Pflanzensäfte liefert flüchtige Oele 439; trockene, ein Verbrennungsproceß 410.
Diabetes mellitus, Ursachen 532.
Diamant, muthmaßliche Entstehung 473.

Diastase, Bildung aus Malz 531; Wirkung bei der Zuckerbildung 134.
Digitalis purp., Aschenanalyse 352.
Döbereiner, über Pyrogallussäure 414.
Dubrunfaut, über Fuselöl 437.
Dumas, über Indigo 448; über Orceinbildung 415.
Dunkelheit, Einfluß auf das Leben der Pflanzen 29.
Durvillaea utilis, Aschenanalyse 350.
Dünger, 226: wie er beschaffen sein muß 126; nützt nicht durch seinen Kohlenstoff 16; muß sich nach den Pflanzen richten 250 ff.; Nutzen 222; Stickstoffgehalt 268; für schweren festen Thonboden 177; Vorzüge des alten von frischem 238; bester, für den Weinstock 99; Werth für die Agricultur 232; Werth der verschiedenen Arten 236; Wirkungstheorie 231; worauf seine Wirksamkeit beruht 263.
Dünger-Analysen 318; Analyse eines Stalldüngers nach Richardson 327.
Dünger, animalischer, Einfluß auf den Klebergehalt der Getreide 61, wirkt nur durch seinen Ammoniakgehalt 61; von Braunkohlen und Torfasche 242; von Gyps 251; Torfasche 251; Steinkohlenasche 251; Harnsäure 247; Ursache der düngenden Kraft des Harnes 245; Theorie 247; menschliche Excremente 248 ff.; Kohlenpulver 251; Schwefelsäure 251.
Düngung mit Asche, Wichtigkeit 238; mit Knochen, Wichtigkeit 240.

E.

Ecklonia buccinalis, Aschenanalyse 350.
Ehrenberg, über Infusiorien 458.
Eiche, in welchem Boden noch gedeihend 98.
Eichenholz, Aschenanalyse 330; Aschenmenge 96; frisches, Bestandtheile 31; vermodertes, Analyse 469.
Eichenholzasche als Düngemittel 239.
Eichenrinde, Alkaligehalt 99; Aschenanalyse 330.
Eiderdunen entwickeln Sauerstoffgas 462.
Eier ohne harte Schale, Bildung 181.
Eisen im Blutroth 180; Verhalten zum Kupfer 533.
Eisendraht, in schmelzendes Kalihydrat gebracht, bewirkt Ammoniakbildung 288.
Eisenerze, Ursprung von Ammoniak im 282.
Eisenoxyd, als Düngemittel wegen des Ammoniaks 72; Bedingung der Fruchtbarkeit durch 108.
Eisenoxydsalze sind Gift 494.
Eisenoxydul, Vorkommen in Gebirgsmassen 107.
Eisenoxyduloxyd, Bildung 284.
Eiter, faulender, Wirkung auf den Körper 503, 506.
Eiweiß, vegetabilisches, erhält seinen Stickstoff vom Ammoniak 58 u. 62.
Elektricität, Einfluß auf chemische Verwandtschaft 534; ob Quelle der Salpetersäure 298 — 302.
Elsaß, Fruchtwechsel daselbst 266.
England, warum nicht unfruchtbar 216.
Entwickelung der Pflanzen, Bedingungen 6.
Equisetaceen, wo sie am besten gedeihen 156; enthalten Kieselerde und Kali 97.
Erbsen, bester Boden für dieselben 99; enthalten phosphorsaure Alkalien 84; Analyse der Asche 193, 344; krankhafte Ausschwitzungen 161; enthalten Casein 183; Keimen derselben im feuchten Sande 197; und -Stroh,

Wassergehalt 318; Zusammensetzung 319; Stickstoffgehalt 261; Substanzenverlust des Bodens durch 201, 205.
Erbsenfelder, passender Dünger 236.
Erbsenstroh, Analyse der Asche 328; Gehalt an Salzen 204.
Erlenholz, Aschenanalyse 330.
Ernte, Bedingungen einer reichlichen 174.
Ernten, wovon ihre Anzahl abhängig 221.
Esparsette, zur Verbesserung des Bodens 225; Aschenanalyse 344.
Espenrinde, reich an Amylon 131.
Essigbildung 421, 425.
Essigsäure, Bildungstheorie 190; Bildung aus Alkohol 417; Bildung aus Wein und Bier 441; Verhinderung 442; Metamorphosen durch Wärme 391, 393; Zahl ihrer Aequivalente 386.
Excremente, Bestimmung ihrer Quantität und Beschaffenheit aus dem Futter 233; haben dieselbe Zusammensetzung wie das Futter 233 ff.; feste enthalten weniger Rückstand als die Speisen 64; feste sind weniger gute Düngemittel als flüssige 64; Ursprung der flüssigen 65; worauf ihre Wirksamkeit beruht 263; besitzen alle Bedingungen der Ernährung der Pflanzen 244; ersetzbar durch andere Substanzen 232, 238; Stickstoffgehalt 63; Werth und Wirkung der thierischen 226; Bestandtheile 229; fossile 297; menschliche als Dünger in China 248; sie in eine versendbare Form zu bringen 248; der Pferde, Aschenbestandtheile 230; der Pflanzen 137; thierische, Analysen 354 ff.; thierische, Wirkung auf die Aecker 231; der verschiedenen Thiere, für verschiedene Pflanzen unentbehrlich 236; woher sie eigentlich stammen 215.
Excretionsprocesse der Pflanzen 223.
Extracte der Pflanzen enthalten Ammoniak 60.
Extractivstoff der Pflanzen, Gewinnung 412.

F.

Fäulniß, Definition 382, 403; welche Substanzen sie erleiden können 389, 393; ob durch Entstehen von niederen Organismen bedingt 457; leitet den Gährungsproceß ein 405 ff.; Erfolge 408; des Holzes, Erscheinungen 392; Perioden 397; Producte 53; Producte bei der Fäulniß verschiedener Körper 408 ff.; Ursachen 374; und Verwesung ähnlich 420; des Holzes auf dem Boden von Sümpfen 420.
Fäulnißwidrige Substanzen 412, 507.
Fagus sylvatica, Aschenanalyse 346.
Faraday, Versuche über die Ammoniakbildung 287 ff.
Farbestoffe, Bildungshergang in den Pflanzen 52.
Farrenkraut, Menge und Eigenschaften der Asche 201; Aschenanalyse 332.
Feldbau, Nutzen der mechanischen Operationen 177; Zweck der mechanischen Operationen 168.
Feldbohnenstroh, Analyse der Asche 328.
Feldmaße, Vergleichung in verschiedenen europäischen Staaten 538.
Feldspath, Analyse und chemische Formel 113; Auflösungsmethode 172; Bildung des Thons aus demselben 119; Kaligehalt 148; trägt bei zur Bildung salpetersaurer Salze 294.
Feldwirthschaft, Verschiedenheit von der Forstwirthschaft 68.
Felsarten, Bestandtheile 107.
Fensterglas, Bestandtheile 109.
Ferment, (vergl. Hefe) Begriff 403; Entstehung 432; Eigenschaften

404; Erhaltung und Vernichtung seiner Gährung erregenden Fähigkeit 404; welche seiner Theile die Gährung bedingen 404 ff.; befindet sich im Zustande der Fäulniß 406; Theorie 500 ff.
Fett, Nutzen beim Winterschlaf der Säugethiere 132.
Fettsäure ist nicht Schuld an der Giftigkeit der Würste 504.
Feuerbeständige Körper, Bedingungen ihrer Verflüchtigung 101.
Fibrin, ein schwefelhaltiger Bestandtheil des Blutes; Gewinnung, Eigenschaften 76.
Fichte, Aschenanalyse 333; Analyse der Erde, auf der sie gewachsen 334.
Fichtenasche, Analyse verschiedener Sorten 88 ff.
Fichtenholz, Aschenanalyse 330.
Fichtenholzasche, Werth als Dünger 239.
Fichtennadeln, Alkaligehalt 99.
Fichtennadeln-Asche, Analyse 328.
Fichtenrinde, reich an Amylon 131.
Fikentscher, Analyse der Torfasche 252.
Flachs, Aschenanalyse 348.
Flechten, Säuren darin 85.
Flechtensäure, Bildungstheorie 189; Vorkommen 188.
Fleisch, faulendes, Wirkung auf den Körper 506; vor Fäulniß zu schützen 422; frisch Erhalten desselben 457.
Flugsand, unfruchtbar 178.
Fluorcalcium statt des phosphorsauren Kalks in Knochen 159.
Flußsäure in Thier- und Menschenknochen 159.
Flußwasser, ob salpeterhaltig 300.
Forchhammer, über den gelben Thon von Dänemark 118; über Zerlegung von Feldspath 113.
Forstwirthschaft, Bedingungen für die Grundsätze der 141; Unterschied von der Feldwirthschaft 68.
Francis, Analyse des afrikanischen Guano 361.
Fresenius, Analyse des Roggenstrohes 203; Analyse der Roggenstrohasche 329; Analyse der Rothweizen- und Roggenasche 193.
Frick, Analyse des Thonschiefers 116.
Früchte, Processe beim Reifen derselben im Dunkeln 48; unreife, enthalten Ammoniak 60.
Fruchtbarkeit des Bodens, Bedingungen 147, 151; des Bodens, wodurch vernichtet oder bedingt 128; Bedingungen der Fruchtbarkeit durch Dünger 231.
Fruchtwechsel im Elsaß 265; in Bingen 266.
Fuchs, über Wirkungen des Kalks auf Thon 173.
Fucus-Arten, Aschenanalyse 350.
Fucus giganteus 308 ff.
Fumarsäure, Vorkommen 85.
Fucellaria fastigiata, Aschenanalyse 352.
Fuselöl, Hauptbestandtheile 438; Entstehung, Verhalten 435 ff.; Verhinderung seiner Erzeugung 437.
Futter, Einfluß auf die Beschaffenheit der Excremente 234.

G.

Gährung, Definition 382; Bedingungen 384, 405 ff.; Einfluß der Temperatur auf die Bildung des Alkohols 451; Ursachen 374; ist eine Fäulniß 406; welche Substanzen sie erleiden 389, 393; verhindernde oder aufhebende Mittel 412, 507; über Hefe, Ferment, Gährungsstoff

403 ff. (vergl. Ferment); ein Verbrennungsproceß 410; Verschiedenheiten nach den Substanzen 434; des Bieres und Weines 432 — 453; der gewöhnlichen Biere 442; von Möhren, Runkelrüben, Zwiebeln 402; Verfahren bei dem Gährungsproceß der baierschen Biere 443; des Traubensaftes 422; des Zuckers, Erscheinungen 393, 400; Producte 401; Verlauf der Zuckergährung 406; Nachgährung 452; Pilz- und Infusoriengährung 453 ff.
Gährungsverfahren, rationelles, Einfluß auf die Qualität der Biere 452.
Gährungsstoff, (s. Ferment) 403.
Gay-Lussac, über Gährung 455; über die Gährung des Traubensaftes 422; übgr Salpeterbildung 293; über Zurückführung verschiedener Stoffe in Kohlensäure 190 Anm.
Galle, faulende, Wirkung auf den Körper 503; mineralische Bestandtheile 180.
Gallusſäure, Umwandlung in Humus 7; Aufbewahrung, Uebergang in humusähnliche Substanzen 413.
Gartenerde enthält keine Humussäure 125; enthält schwefelsaure Salze 79.
Gartenkresse, Keimen im feuchten Sande 197.
Gebirge, allmälige Zertrümmerung 106.
Gebirgsarten, Ursachen der Verwitterung 150 ff.; Zusammensetzung 106 ff.
Gegengifte 497.
Gehirnsubstanz, faulende, Wirkung 503, 506.
Geiger, über den Moschusgeruch 440.
Geiserwasser, Analyse 113.
Gemüse vor Fäulniß zu schützen 422.
Gemüsegärtnerei, Wichtigkeit des Humus 259.
Gerbesäure, Bildung 48; Umwandlung in Humus 7.
Gerste, zum Bierbrauen untauglich 250; Wachsthum in reinem Sande 197; Wachsthum in reinem Sande und künstlicher Ackererde 313; Aschenbestandtheile 316.
Gerstenmalz, ohne Metamorphosen 532.
Gerstenstroh, Gehalt an Salzen 203.
Gesundheitszustand der Gegenden durch Cultur bedingt 25.
Getreide, Bedingungen des Gedeihens 170; Bestandtheile 183; gedeiht nicht in reinem Humusboden 153; Phosphorsäure-Gehalt 155; Gehalt an phosphorsaurer Bittererde 158.
Getreidearten, Bedingungen ihres Gedeihens 100; wovon in manchen Gegenden abhängig 160.
Gewicht der Atmosphäre 22; des Menschen, weshalb es sich stets gleich bleibe 66.
Gifte, Definition 513; Gegenmittel, wie sie wirken 497; Wirkung der anorganischen 488, 493; wann sie aufhören als solche zu wirken 496.
Gilbert Blanc, über Veränderung der pflanzensauren Alkalien im Körper 489.
Glas, Bildung 109; Eigenschaft des geschmolzenen und rasch erkalteten 380; Ursache des Blindwerdens 112; in Wasser löslich 111.
Gletscher zerstören die Felsen 106.
Glimmer, Gehalt an Alkalien 148.
Glimmerschiefer, enthält phosphorsauren Kalk 157.
Gmelin, Analyse des Phonolith 115.
Göbel, über die Salpeterseen Rußlands 300.

Goldbergwerke in Chili, nach Darwin 169.
Granit, ammoniakhaltig 285; Analyse 332; hält phosphorsauren Kalk 156.
Granitboden, welchen Bäumen zuträglich 97.
Gras, Wirkung von salpetersaurem Natron 303.
Grasarten, Bedingungen ihres Gedeihens 100; Bodenbeschaffenheit für sie 155; enthalten Kieselsäure und Kali 97.
Grauwackboden, passend zu Wiesen 97.
Gravenhorst, Entdecker der Salmiakfabrikation 273.
Gray, über Düngung mit salpetersaurem Natron 303.
Grischow, Versuch mit Pflanzen 28.
Grubengas, Ursprung, Zusammensetzung 485 ff.
Guano, Analyse von Davy 361; Analyse von Kersten 360; als Düngemittel 62; afrikanischer, Analyse von Francis 361; afrikanischer, Analyse von Teschemacher 359; afrikanischer, Analyse von Ure 363; afrikanischer, Analysen dreier Sorten nach Denham Smith 364 ff.; Analyse eines braungelben von Oellacher 362; chilenischer, Analyse von Colquhoun 360; chilenischer, Analyse von Ure 363; von Lima, Analyse von Völkel 366; von Liverpool, Analyse von Bartels 366; peruanischer Analyse von Ure 362.
Gummi, Bedingungen der Bildung 187; Bestandtheile 4; Bildung aus Amylon und Einfluß auf die Pflanzen 131; dient nicht zur Ernährung der Pflanzen 27.
Gyps als Düngemittel 251; als Quelle des Schwefels in den Pflanzen 82; Wirkung auf die Vegetation 69; Beweis dafür 71.

H.

Haare als Dünger 250.
Hämatin, Verhalten zu Alkalien 413; Verhalten zu Sauerstoff 416.
Häute lassen Salzauflösungen nicht durchtreten 491.
Hafer, Stickstoffgehalt 261; Substanzverlust des Bodens durch 200; Wachsthum in reinem Sande 197; Wachsthum in reinem Sande und künstlicher Ackererde 314; Wassergehalt 318; Zusammensetzung 319.
Haferasche 316; Analyse von Saussure.
Haferstroh, Gehalt an Salzen 203; Wassergehalt 318; Zusammensetzung 319.
Haidekraut, Aschenanalyse 331.
Haidlen, Analyse der Asche von Heu 203; Analyse der Heuasche 234; Analyse des Kuhkothes 354.
Halydris siliquosa, Aschenanalyse 352.
Hanf, Aschenanalyse 348.
Harn, Bestandtheile 229; als Dünger 250; Ursache seines Werthes als Dünger 245.
Harnanalysen, 354, 355 ff.
Harnruhr, Ursachen 532.
Harnsäure als Düngemittel 247.
Harnstoff, Bildungsproceß 52, 398; Veränderung durch Fäulniß 63; verschwindet beim Faulen 408.
Hartig, über die Wirkung des Augustsaftes 130.
Harz der Bäume, Bildung 184.
Harze, Elemente derselben 5; fossile, Entstehung 474.
Haselnußstrauch, Asche als Dünger 239.
Hasenharn, Analyse 357; Aschenbestandtheile 358.
Herrmann, Eigenschaften verschiedener Arten von Humussäuren 8.

Hefe, Zustand derselben, Bildung u. s. w. 500 (vergl. Ferment und Gährung).
Heidelbeerstrauch, Aschenanalyse 333.
Helianthus tuberosus, Gehalt an Salzen 204; Substanzverlust des Bodens durch 201, 205.
Henry, über Bildung der Salpetersäure 299.
Hertwig, Analysen von Pflanzenaschen 328; über den Salzgehalt verschiedener Pflanzen 204; Analyse der Rinde und des Holzes der Tannen 223; Analyse des Tannenholzes und Nadeln 187.
Heu, Analyse nach Bousfingault 260; Analyse nach Will 14 Anm.; Aschenbestandtheile 326, 344; Analyse der Asche nach Haidlen 203; Ergiebigkeit der Wiesen an Heu 259 ff.; Gehalt an kieselsaurem Kali 155; Kohlenstoffgehalt 14.
Heuasche, Analyse nach Haidlen 234.
Hippursäure, Bildung aus Pferdeharn 408; Vorkommen 63.
Holz, Aschengehalt 224; enthält die wenigsten Basen 84; Bildungshergang 45; zum Schiffbau gegen Fäulniß zu schützen 471; Fäulniß auf dem Boden von Sümpfen 420; Metamorphosen bei seiner Fäulniß 392; wie der Wasserstoff im Holz enthalten ist 46; faules weißes, Analyse 478; faules, warum zum Brennen nicht geeignet 473; frisches, absorbirt Sauerstoff 31; trocknes, Zersetzung durch Schwefelsäure 372.
Holzarten, Bestandtheile verschiedener 32; Unterschied der Zusammensetzung von der reinen Holzfaser 32.
Holzfaser, Bestandtheile 2; Bildung 47; Bildung aus Humus 26; bildet Essigsäure 190; Darstellung der verschiedenen Modificationen des Humus aus Holzfaser 7; Erscheinungen bei der Verwesung derselben 36; Veränderung bei Abschluß von Luft 477; Verwesungsproceß 467; Producte 468; Bedingungen 471; Theorie der Verwesung derselben 416; Zersetzungsweisen 467; reine, Unterschied von den Holzarten 32; sauerstoffhaltig 6.
Holzkörper, durch die Blätter ernährt 41.
Holzkohle, ammoniakhaltig 291.
Honig, gegen Kupfervergiftung 499.
Honigsteinsäure, Entstehung 474.
Honigthau, Entstehung 136.
Hopfen, Aschenanalyse 348; Einfluß auf die Bierbereitung 437.
Hordeum vulgare, Wachsthum in reinem Sande und künstlicher Ackererde 313; Aschenbestandtheile 316.
Hornspänedünger, Einfluß auf den Weinstock 98.
Hruschauer, über Salzgehalt von Pflanzen 204.
Hünefeld, über den Ammoniakgehalt der Brunnen 57.
Humboldt, Beobachtungen über Pilze 47.
Humin, Definition, Darstellung 7; gewöhnliche Definition 8.
Humus, Bestimmungen 7; Bestandtheile 26; Bildungshergang 42, 412; Bildungstheorie 468; Entstehung 17; in der Form, wie er im Boden enthalten, trägt nichts zur Ernährung der Pflanzen bei 9; wie er dazu fähig werde 10; Hauptnahrungsmittel der Pflanzen; ein Product der Fäulniß, Arten und Bildung 7; wohlthätige Wirkung auf die Pflanzen 256; wie er ferner sich auflöst 123; wie er zur Ernährung der Pflanzen beiträgt 43; Grund der Fruchtbarkeit desselben 73; wie er ferner die Fruchtbarkeit bedinge 128; Verwesungsproduct der Holzfaser 37; Wirkung 259; von Eichenholz, Formeln 470.
Humusboden, nicht passend für Getreide 153.
Humuskohle, Bildung 126; Definition, Darstellung 7.

Humusſäure, Definition, Bildung 7; gewöhnliche Definition 8; irrthümliche Vorſtellung über ihre Wirkungsweiſe 126; nicht löslich im Waſſer 125; düngt die Pflanzen nicht 126; Eigenſchaften nach Sprengel 10; in kranken Pflanzen 27; Kohlenſtoffgehalt derſelben aus verſchiedenen Subſtanzen erhalten 8; Gehalt der Tannenholz- und Weizenſtrohaſche an Humusſäure 12; Menge derſelben, die in die Pflanzen unter günſtigen Verhältniſſen gelangen kann 13.
Hungertod, Erſcheinungen dabei 226.
Hyacinthen, weiße, wie ſie roth gefärbt werden 94.
Hyett, über Düngung mit ſalpeterſaurem Natron 303.

J.

Jackſon, Analyſe des Pferdekothes 354.
Jaquemars, Analyſe der Poudrette 249.
Indigo, Bereitung 409; ſeine Entſtehung iſt noch nicht genau bekannt 448.
Infuſorien als Quelle von Sauerſtoffgas 464; in Salzſoole 461;
Infuſorienghrung 453; exiſtirt nicht 455.
Ingenhouß, über die Eigenſchaften der Pflanzen, Stickſtoff zu aſſimiliren 305; über die Wirkungen der Dammerde auf die Luft 475; über die Schwefelſäure als Düngemittel 251; Verſuche mit Pflanzen 28.
Jod, von den Meerpflanzen aſſimilirt 105.
Iridaea edulis, Aſchenanalyſe 352.
Jurakalk, Thongehalt 147.

K.

Käſeoxyd, Bildung aus Kleber 410.
Kaffeebohnen, Aſchenanalyſe 346.
Kali im Blute 180; in allen Pflanzenaſchen 91; Kali und Zink erhitzt giebt Ammoniakentwickelung 288; kieſelſaures, den Grasarten unentbehrlich 155; kieſelſaures, Vorkommen in Pflanzen 97; ſalpeterſaures, Zerſetzung durch Schwefelſäure 372; ſalpeterſaures in Feldſpath 294; ſalicyligſaures, Verwandlung in feuchter Luft 416; ſchwefelſaures, Formel 387.
Kalifeldſpath, Verhalten zur Salzſäure 115.
Kaligehalt der Kartoffelblüthe 85; mehrerer Mineralien 148.
Kalihydrat, Verhalten zu Alkohol 423.
Kalipflanzen 203.
Kaliſalze, Gehalt verſchiedener Pflanzen 203 ff.
Kalium, Urſache der Verbrennlichkeit 418.
Kalk als Düngemittel 254; Gehalt verſchiedener Pflanzen 203 ff.; fördert die Löslichkeit der Humusſäure 11; Menge deſſelben, die ſich mit der Humusſäure verbindet 12; Vorkommen in Pflanzen 99; Wirkung auf Thon 173; gebrannter, Wirkung auf die Ackererde 172; humusſaurer, Bildung in Tropfſteinhöhlen 124; nicht löslich in Waſſer 125; humusſaurer, Löslichkeitsverhältniß in Waſſer 13; hydrauliſcher, Nutzen für die Pflanzen 176; phosphorſaurer, wie er von den Pflanzen aufgenommen wird 158; phosphorſaurer, nöthig für die Thiere 180; phosphorſaurer, Gehalt der Knochen daran 216; phosphorſaurer, Vorkommen in der Natur 156, 157; ſalpeterſaurer in Feldſpath 294.
Kalkboden, für Weizen untauglich 154; für denſelben verdünnte Schwefelſäure als Dünger 251.
Kalkfeldſpath, Verhalten zu Salzſäure 115.
Kalkhöhlen von Ceylon, ſalpeterhaltig 294.

Kalkpflanzen 203.
Kalkstein, Analyse 332; Bestandtheile, Verhalten beim Brennen 120; reiner, unfruchtbar 146.
Kaninchenmist, für welche Pflanzen am besten 236.
Kaolin, Entstehung 112.
Kartoffeln, Bestandtheile 182; in Papier gewickelt, keimten und trugen Knollen 536; wie viel sie dem Boden entziehen 200; Bildung von Solanin in den Keimen 93; Gehalt an Salzen 204; enthalten Magnesia 100; Ursache der mehligen oder seifigen Beschaffenheit 138; Stickstoffgehalt 261; Wassergehalt 318; Zusammensetzung 319.
Kartoffelblüthe, Kaligehalt 85.
Kartoffelbranntwein, Fuielöl desselben 435, 439.
Kartoffelfelder, passender Dünger 236.
Kartoffelkraut, Analyse der Asche 328; Aschenanalyse 330, Aschenmenge 96; Gehalt an Salzen 204.
Kastanienholz, Aschenanalyse 331.
Katalytische Kraft, Definition 337.
Kautschuck, zerlegt Wasser 46.
Keimbildung, Bedingungen 134.
Kelp, 308 ff.
Kerften, Analyse der Guanosorten 360.
Kienruß, Bildung 413.
Kieselerde, Gehalt verschiedener Pflanzen 203 ff.
Kieselerdehydrat, Bildung 110.
Kieselsäure, Eigenschaften 109; doppelter chemischer Charakter 110; Vorkommen in Pflanzen 97.
Klauen, als Dünger 250.
Kleber, Bildung 51; stammt vom Ammoniak her 62; Fäulnißproducte 410; Gehalt verschiedener Getreidesorten 60; Grundstoff der Hefe 501; Metamorphosen bei der Wein- und Biergährung 433; in Wein, Ursache der Essiggährung 441.
Klee, bester Boden für denselben 99; Gehalt an Salzen 204; Stickstoffgehalt 261; Substanzverlust des Bodens durch 200; (Luzerne) Analyse der Asche 328; rother, Aschenanalyse 344.
Kleesäure, Bildungshergang 509.
Kleeheu, Wassergehalt 318; Zusammensetzung 319.
Kleie, enthält phosphorsaure Bittererde-Ammoniak 84.
Klingstein, s. Phonolith.
Knochen, zum Düngen vortheilhaft 216; Gehalt an phosphorsaurem Kalk 216; Nichtentwicklung derselben bei gewissem Futter 180; fossile, enthalten Fluorcalcium 159.
Knochendüngung, Wichtigkeit 240; Zubereitung 241.
Knochengallerte, als Dünger 251.
Kochsalz, Gegenmittel gegen Silbersalze 497 ff.; Nutzen bei der Verdauung 180.
Körpergewicht des Menschen, weshalb es sich gleich bleibt 226.
Kohle, Selbstentzündlichkeit der 414; Verhalten zum Sauerstoff und Wasserstoff 391.
Kohlengas, Entwicklung in Kohlengruben 484.
Kohlenoxyd, Bildung 391.
Kohlenpulver, als Düngemittel 73, 251.
Kohlensäure, Aushauchen derselben hängt mit dem Leben der Pflanze nicht zusammen 33; Bildung 391; gebildet durch Auflockerung des Bodens 38; Bildung bei Verwesung stickstoffreicher Substanzen 415; Bil-

dung aus Alkohol 417; im Dunkeln von den Pflanzen ausgeschieden 28; Einfluß auf Gebirgsarten 108; Gehalt der Luft und des Meerwassers an Kohlensäure 104; Menge derselben, die in gegebener Zeit der Luft entzogen wird 23 Anm.; strömt im Winter nach den Tropen 24; Verhalten zu Kupfer 533; Wirkung auf Glas 112; Verhalten zu Wasserglas 112; wird durch Pflanzen zerlegt 20; bei der Zuckerbildung thätig 185; Zufuhr durch die Atmosphäre 252, 254 ff.; Uebergang durch die Blätter 255; Zurückbildung aus anderen Säuren 190.
Kohlensäuregehalt der Luft 19; der verschiedenen Luftschichten 24.
Kohlenstoff im Humus 26; als Bestandtheil aller Pflanzen 4; wie viel er beim Verbrennen Sauerstoff verzehrt 17; Form des Vorkommens in der Atmosphäre 20; wird von den Pflanzen aufgenommen 20; Menge, welche die Pflanzen aufnehmen 23; Quelle des in den Pflanzen vorkommenden 16; geht aus den Pflanzen in den Boden zurück 42; Ursprung und Assimilation in den Pflanzen 6.
Kohlenstoffgehalt der Atmosphäre 22; der aus verschiedenen Substanzen erhaltenen Humussäure; verschiedener Vegetabilien 14.
Kohlenstoffmengen verschiedener Pflanzen 262.
Komensäure, Bildung und Metamorphosen 391.
Koprolithen 297.
Korkeichenrinde, Bestandtheil 224.
Korn gedeiht nicht in Humusboden 153; Kohlenstoffgehalt 15.
Krankheit, gut- und bösartige 521.
Krankheitsproceß 522.
Krappwurzel, Aschenanalyse 348.
Kreide, Gehalt an phosphorsaurem Kalk 157; Verhalten zu Wasserglas 121.
Krocker, Analysen von Mergelsorten 367; Tabelle über den Ammoniakgehalt des Ackerbodens 368.
Krüger, über die Pyrmonter Quelle 157.
Krystallwasser in Silicaten 114.
Küchengewächse, Einfluß des zu reichlichen Düngers 161.
Kühe, nachtheilige und zuträgliche Nahrung 181.
Kürbisse, krankhafte Ausschwitzungen 161.
Kuhdünger, der beste für den Weinstock 99; für welche Pflanzen passend 236.
Kuhharn, Analyse nach Bouffingault 359.
Kuhkoth, Analyse nach Haidlen 354.
Kuhlmann, über Ammoniakbildung 291; über Bildung von Salpetersäure 428; über das Verhalten der Kreide zu Wasserglas 121.
Kuhmist, frischer, Analyse 237.
Kuhpocken, weshalb sie die Ansteckung durch die Blattern verhüten 525.
Kupfer, Verhalten zu Kohlensäure und Eisen 533; Verhalten zu Schwefelsäure 375.
Kupferoxydsalze, Gegenmittel 499.
Kupfersalze sind Gifte 494.

L.

Labrador, Verhalten zu Salzsäure 115; Zusammensetzung 113.
Lackmus, Bildung 53.
Lagerbier, Ursache der Haltbarkeit 442; Gährverfahren 443.
Laminaria, Arten, Aschenanalyse 350.

Landwirthschaft, Bedingungen für die Grundsätze der 141; definitiver Zweck 165.
Langlois, über das Mannit der Linden 137.
Laubholz, beste Bodenbeschaffenheit dafür 154; warum auch auf Kalk- und Sandboden gedeihend 154.
Lauch, Schwefelgehalt 78.
Laurent, Gehalt des Meerwassers an Kohlensäure 104.
Lava, Zusammensetzung 116.
Lavaasche, Ursache der Fruchtbarkeit 150.
Lavoisier, über Löslichkeit von Glas in Wasser 111; Versuch über das Verdampfen von Salpeterlaugen 102.
Leben des Thieres, Definition 508, 510; wovon abhängig 227; der Contagien 508.
Lebenskraft, Thätigkeit derselben 512.
Lecanu, Analysen von Menschenharn 355.
Lehm, Löslichkeit 174.
Lehmann, Analysen des Menschenharns 356.
Leichengeruch, Ursache 528.
Lepidium sativum, Wachsthum im Sande 197.
Letten, Kaligehalt 148.
Licht, Einfluß auf die Zerlegung der Kohlensäure in den Pflanzen 24, 29; Bedingung des Wachsthums 140.
Linden, Bildung des Zuckersaftes auf den Blättern 183.
Lindenholz, Aschenanalyse 330; Aschenmenge 96.
Linsen, Aschenanalyse 344; enthalten Caseïn 183; enthalten phosphorsaure Alkalien 84.
Löwe, Analyse des Basalts und der Lava 116.
Lüneburger Haide, Versuch sie zum Anbau von Getreidearten zu benutzen 98.
Luft, Kohlensäuregehalt 19; Gehalt an Kohlenstoff 104; Kohlensäuregehalt der verschiedenen Schichten 22; Sauerstoffgehalt 17; Quellen desselben 19; Menge des darin enthaltenen Wasserdampfes 55; durch Pflanzen verbessert 25; Wirkung von Dammerde auf die Luft 475.
Lumpen, als Dünger 250.
Lungen, für Ansteckungen am meisten geeignet 526.
Luzerne, Analyse der Asche 328; zur Verbesserung des Bodens 225.

M.

Macaire Prinsep, Versuch mit essigsaurem Blei 95; über Stickstoffgehalt des Menschenharns 247.
Mästung der Thiere, Verfahren 145.
Magensaft, hat freie Salzsäure 180.
Magnesia, Vorkommen in Pflanzen 100.
Magneteisenstein hält phosphorsauren Kalk 157.
Malaguti, Kohlenstoffgehalt der Humussäure 8; Verbindungsverhältniß des Kalkes mit Humussäure 12.
Maleinsäure, Bildungstheorie 189.
Maisstroh, Gehalt an Salzen 204.
Mandeln, unreife, enthalten Ammoniak 60.
Manganhyperoxyd, Reduction 378.
Manganoxydul, Veränderung bei Aufnahme von Sauerstoff 385.
Manna, Hauptbestandtheil 403.
Mannit, Bildung 410.

Marcet, Analyse des Seewassers 103; über Stickstoffgehalt des Menschenharnes 247; über das Vorkommen von Ammoniak im Meerwasser 104.
Marggraf, über Salpetergehalt des Brunnenwassers 295.
Marshal Hall, Versuch über die Bildung von Eisenoxyd 285.
Matricaria chammom., Aschenanalyse 352.
Maulbeerbaumholz, Aschenanalyse 331.
Meconsäure, Metamorphose durch Wärme 391.
Meerrettig, das flüchtige Oel desselben, eine Schwefelverbindung 6; Schwefelgehalt 78.
Meerwasser, Bestandtheile 214; Gehalt an Kohlensäure 104.
Melansäure, Bildung 416.
Menschenharn, Analyse 235; Analyse nach Berzelius 354; Analysen nach Lecanu 355; Analysen nach Lehmann 356; als bestes Düngemittel 61, 63; Stickstoffgehalt 247.
Menschenkoth, Analyse 235; für welche Pflanzen am zuträglichsten 236; Analyse nach Berzelius 352.
Mergel, Analysen nach Krocker 367; Nutzen als Düngemittel 176.
Mesotyp, Verhalten zu Salzsäure 114.
Metalle, edle, Begriff 528; riechende daselbst.
Metalloxyde in den Pflanzen 5.
Metamorphosen, chemische 371—379; stickstofffreier Körper 391; stickstoffhaltiger Körper 393.
Meyen, Bildung der Pflanzensubstanzen aus Humus 26.
Miasmen, Wirkungsweise 519; werden besonders durch die Lungen eingebracht 527; Zerstörung 529.
Milchasche, Analyse 232.
Milchsäure, Bildung 410; als Product der Gährung 402.
Milchsaft der Pflanzen, die Verdunstung hindernd 44.
Milchzucker, Umwandlung in Humus 7.
Milzbrandgift, wird im Magen zerstört 515.
Mineralbestandtheile des thierischen Körpers 180.
Mineralquellen, kohlensäurehaltige, Ursprung 482 ff.; Gehalt an phosphorsaurem Kalk 157; schwefelhaltige 79.
Mist für schweren festen Thonboden 177 ff.
Mistjauche zur Bereitung von Salmiak 245.
Mitscherlich, über Alaunbildung 149; über die Entstehung der Thonlager und des Trachyts 119.
Moder, Entstehung, Vorkommen 37.
Möhrensaft, Producte der Gährung 402.
Mohalebkirschenholz, Aschenanalyse 330.
Mohr, Versuch, Ställen ihren Geruch zu entziehen 247.
Mollerat, Gehalt der Kartoffelblüthe an Kali 85.
Monheim, über die Kaiserquelle zu Aachen 157.
Moose, Bedingungen ihres Gedeihens 141.
Morphium, Einfluß des Ammoniaks auf seine Bildung 58.
Moschus, Ursache seines Geruches 440.
Mulder, Eigenschaften verschiedener Arten von Humussäure 8; über Fuselöl 438.
Muskeln, mineralische Bestandtheile 180.

N.

Nachgährung 452.
Nachtigallenkoth, Analyse nach Braconnot 366.

Nadelholz, Ursache des üppigeren Wachsthumes 39.
Nahrungsentziehung, Folgen 226.
Nahrungsmittel, Definition 513; als Bedingungen des Lebens der Pflanzen und Thiere 3.
Naphthalin, Bildung 413.
Natron im Blute 180; salpetersaures als Dünger 303, 304; in allen Pflanzenaschen 91.
Natronfeldspath, Verhalten zu Salzsäure 115.
Natrongehalt von Mineralien 148.
Natronsalze, Gehalt verschiedener Pflanzen 203 ff.
Neapel, Culturmethode bei 152 ff.
Newcastle, Menge der Kohlensäure, welche bei der Bildung der Splintkohle zerlegt wurde 25.
Nicotiana tabacum, Wachsthum in reinem Sande und künstlicher Ackererde 314; Aschenbestandtheil 316.
Nilthal, Quellen der Fruchtbarkeit 273.
Nilwasser, Analyse 301.
Nöllner, Versuche mit Moosen 141.
Nordseewasser, Analyse 103.

O.

Oberhaut, dunstet Ammoniak aus 289.
Obergährung, Begriff 443; Zustandekommen 445.
Oberhefe, Begriff, Entstehung 444.
Ochsenharn, Analyse 357; Aschenbestandtheile 358.
Oele, zerlegen bei ihrer Bildung Wasser 46; ätherische, Erzeugung 439; flüchtige und fette, Elemente 5; flüchtige, Bildung 5; enthalten Schwefel und Stickstoff 5; trocknende, Verwesungsvorgang 418.
Oellacher, Analyse eines braungelben Guano 362.
Oenanthsäureäther, Ursache des Geruchs und Geschmacks der Weine 435; Bildung 436.
Ofenruß, Darstellung der verschiedenen Modificationen des Humus aus 7.
Oleander Aschenanalyse 333; Analyse der Erde, auf welche sie gewachsen 334.
Opiumsorten, Gehalt an Alkaloiden 93.
Orcein, blutrothes, Bildung aus farblosem Orcin 414.
Orcin, zur Bildung von Farbstoffen 53; Umwandlung in Orcein 414 ff.
Organische Basen, Definition 5; Säuren, Bestandtheile aller Pflanzensäfte 5; Säuren, Elemente derselben 4.
Orseille, Bildung 53.
Otto über Bildung des Solanin in Kartoffeln 93.
Oxalsäure, Bildung 398; Bildungstheorie, Formel 189; Bildung aus Alkohol 417; Bildung bei der Zuckergährung 401; aufgelöste, Verhalten zu Oxamid 509; Vorkommen 85, 188; Zersetzungstheorie durch Schwefelsäure 371; Zurückbildung in Kohlensäure 190.
Oxalsäure-Hydrat, Bildung, Formel 189.
Oxamid, Verhalten zu Oxalsäure 509.

P.

Pabina pavonia, Aschenanalyse 350.
Papierbereitung 477.
Pappelholzasche, Werth als Dünger 239.

Payen, Analyse des Wassers eines artesischen Brunnens 300.
Pectin, Bedingung der Bildung 187; in weißen Rüben 182.
Pegmatit, ammoniakhaltig 285.
Peligot, über Essigsäure 190; Kohlenstoffgehalt der Humussäure nach 8.
Pestgift, Wirkung auf den Körper 506 ff.
Petersen, Bestandtheile von Holzarten 31.
Pfannkuch, über Salzsoole 460.
Pfeifenthon, Löslichkeit 174.
Pferde, Erzeugung von Steinen im Darme 84; was sie an Bodenbestandtheilen verzehren und als Excrement wieder abgeben 230.
Pferdeexcremente, Berechnung des Gehaltes an unorganischen Substanzen 233.
Pferdeharn, Analyse 357; Aschenbestandtheile 358; Analyse nach Bousfingault 359; Verhalten zu Salzsäure 407.
Pferdekoth, Analyse nach Jackson 354.
Pfirsischkerne, unreife, enthalten Ammoniak 60.
Pflanzen, Ursache des zeitigen Absterbens der Blätter nahe am Boden 160; welche Theile derselben Ammoniak enthalten 59 ff.; Wirkung des Ammoniaks auf sie 275; Analyse der Aschen von zu Beschelbronn geernteten 322; verschiedene Aschenbestandtheile, je nachdem sie in reinem Sande oder künstlicher Ackererde gewachsen 316; Ursprung der anorganischen Bestandtheile derselben 33—105; Assimilationsproceß derselben 47; Antheil der alkalischen Basen am Leben der Pflanzen 187; Bedingungen der Entwickelung 6; Bedingungen ihres Gedeihens 38; ob sie gedeihen durch salpetersaure Alkalien 296; Bedingungen ihres Lebens 122; Bedingungen für Keim- und Wurzelbildung 134; Bildungshergang verschiedener Stoffe in denselben 47 ff.; allgemeine Bestandtheile derselben 4; Bildungsproceß der Farbstoffe 52; welche den Boden am meisten erschöpfen 195; Einfluß von Zucker, Stärke und Gummi auf die Entwickelung 131 ff.; Einfluß anderer Materien 133; Eintheilung in Kali-, Kalk- und Kieselpflanzen 202; Gehalt derselben an diesen Stoffen 203 ff.; Eintheilung der Bestandtheile derselben in 2 Klassen 6; ihre wichtigste Funktion die Sauerstofferzeugung 26; welche Materien ihnen als Nahrung dienen 26; Einfluß des zu reichlichen Düngers 161; Grenzen der Nahrung 129; Hauptbestandtheile 20; Excremente 137; scheiden ihnen undienliche Stoffe durch die Wurzeln aus 95; Wirkung des Gypses und Arseniks auf die Entwickelung 69; Einfluß des Lichtes auf Zerlegung der Kohlensäure durch dieselben 24; Quelle der nöthigen Kohlensäure 254 ff.; scheiden im Dunklen Kohlensäure aus und saugen Sauerstoff ein 28; die Aushauchung des Kohlenstoffs hängt mit dem Leben der Pflanzen nicht zusammen 33; Fähigkeit derselben Kohlensäure zu zerlegen und Sauerstoff auszuscheiden 20; Quelle des Kohlenstoffes, den sie bedürfen 16; Wirkung des Humus 259; gedeihen nicht in nur Humussäure reichem Boden 126; wie der Humus zu ihrer Ernährung beitrage 43; verbessern die Luft 25; im Meer wachsend, nehmen Jod auf 105; Menge des Sauerstoffgases, die sie ausgeben 45; Nothwendigkeit des Sauerstoffes zur Einwickelung 127; Mittel der Erhöhung oder Verminderung der Lebensthätigkeit 145; Nahrungsstoffe derselben 133; Nahrungsmittel, die ihnen zugeführt werden müssen 219; nehmen Phosphorsäure auf 156; Wichtigkeit des Regens 253; die Rinden sind wahre Excremente 224; alle enthalten organische Säuren 84; Art des Vorkommens organischer Säuren 85 ff.; Säurebildung verschieden in den verschiedenen Tageszeiten, Ausscheidung von Sauerstoff gegen Abend 30; alle erzeugen pflanzensaure Salze 91 ff.; Nutzen derselben für Pflanzen 92; Beweis, daß

sie mehr Sauerstoff abgeben als einsaugen 34; salpeterhaltige 304; ob die Salpetersäure ein Nahrungsmittel 292; verneint 302; Bedingungen der Fruchtbarkeit durch dieselben 303; Schwefel zu ihrem Gedeihen nöthig 78; Ursprung des Schwefels in den Pflanzen 75, 77, 79, 81, 82; Stickstoffgehalt 261; woher sie ihren Stickstoff beziehen 50 ff.; Beweis dafür, daß das Ammoniak den Stickstoff liefert 60; ob der Stickstoff Antheil hat am Wachsthum der Pflanzen 305; Bousfingault's Versuche 306; liefern die Stoffe für den thierischen Körper 181, 189 ff.; Substanzen, die sie aus dem Boden aufnehmen 159; Quellen ihrer Nahrung 3; verschiedene Ursachen des Wachsthums 139; Verdunstung von Wasser 256; wildwachsende, deren Asche als Dünger 238; Nutzen der Wurzeln 256; Bedingungen der Samenbildung 257.
Pflanzenaschen, Analysen nach Saussure 334—343; neuere Analysen 344—353.
Pflanzenfibrin, Vorkommen 183.
Pflanzenfresser, Analyse des Harns derselben nach Vibra 357; nach Bousfingault 359.
Pflanzensäfte, enthalten Schwefel 5; zuckerhaltige, reich an Alkalien 184.
Pflanzensaure Salze erzeugen sich in allen Pflanzen 91 ff.; Nothwendigkeit für die Pflanzen 92.
Pflanzenstoffe, Wassergehalt verschiedener 318.
Phaseolus vulgaris, Aschenanalyse 344; Versuche über das Wachsthum 197.
Phloridzin, thätig bei Bildung von Farbstoffen 53.
Phonolith, Analyse nach Gmelin 115; Verschiedenheit des verwitterten und nicht verwitterten 117; Natron- und Kaligehalt 148.
Phosphorsäure, im Blute 180; zum Gedeihen der Pflanzen nöthig 155; überall vorhanden 156.
Phosphorsaure Salze, Gehalt verschiedener Aschen 239; Nutzen bei der Pflanzencultur 213; Vorkommen in Pflanzen 191.
Phytolacca decandra, Saft, färbt weiße Blüthen roth 94.
Pilze, Bildung und Ernährung 456, 536.
Pilzgährung 453; ist unstatthaft 455.
Pinus abies, Sauerstoffverbrauch 29.
Pinus-Arten, Aschenanalyse 346.
Platanen, weshalb sie jährlich ihre Rinde abwerfen 224.
Platin, Verhältniß zu Salpetersäure 374.
Polygonum Fagopyrum, Wachsthum in reinem Sande und künstlicher Ackererde 314; Aschenbestandtheile 316.
Poliphonia elongata, Aschenanalyse 352.
Pommeranzenbaumholz, Aschenanalyse 331.
Populus alba, Sauerstoffverbrauch 30.
Porphyr, Bildung des Thons aus 118 ff.
Porphyrboden, passend zu Wiesen 97.
Porterbier, wie es vor dem Sauerwerden geschützt wird 452.
Porzellan, in Wasser löslich 111.
Porzellanerden, Analyse 119; Ursache der Schwerschmelzbarkeit 120.
Porzellanthon-Lager, Entstehung 112.
Poudrette, Bereitung, Analyse 249.
Priestley, über die Eigenschaft der Pflanzen Stickstoff zu assimiliren 305.
Priestley'sche grüne Materie 463.
Proust, über Ferment 404; Gehalt der verschiedenen Kornersorten an Kleber 60.
Purgirmittel, Art ihrer Wirkung 492.

Pyrogallusſäure, Zerſetzungstheorie 414.
Pyromeconſäure, Bildung 391.
Pyro-Traubenſäure, Verhalten zu Silberoxyd 378.
Pyrus cydonia und malus, Aſchenanalyſe des Holzes 344.

Q.

Quarz, ammoniakhaltig 285; Eigenſchaften 108.
Queckſilberſalze ſind Gifte 494.
Quellwaſſer, ammoniakhaltig 291, 295.
Quercus alba, Aſchenanalyſe 331; robur, Aſchenanalyſe 346; robur, Sauerſtoffverbrauch 29.

R.

Reben, Aſchenanalyſe 344.
Regen, Wichtigkeit für das Gedeihen der Pflanzen 253.
Regenmenge in der Erfurter Gegend 13.
Regenwaſſermenge, die aus einer beſtimmten Quantität Luft gebildet wird 55; enthält Ammoniak 54, 56; Beweisführung 57; Urſache ſeiner Weichheit 57; ſalpeterſäurehaltig 298.
Regnault, Analyſe des Nilwaſſers 301; über Steinkohle 484.
Reis iſt ſtickſtoffarm 64.
Reiſet, über Ammoniakbildung 291.
Reſpirationsproceß durch Einbringen von pflanzenſauren Alkalien in den Körper verändert 490.
Rham, über die mechaniſche Analyſe des Bodens 179.
Rheinfarrenkraut, Aſchenanalyſe 330, 332.
Richardſon, Analyſe des Stalldüngers 327; über Steinkohle 484.
Rieſentang 309; Bewohner 309.
Rinden, Aſchengehalt 224; ſind Excremente der Pflanzen 224.
Robiquet über gasförmige Contagien 528; Verſuch mit Opium 93.
Rocellſäure, Vorkommen 85.
Roggen, Analyſe der Aſchen 193; Stickſtoffgehalt 261; Subſtanzverluſt des Bodens durch Roggen 201, 205; Waſſergehalt 318; Zuſammenſetzung 319.
Roggenſtroh, Gehalt an Salzen 203; Waſſergehalt 318; Zuſammenſetzung 319.
Roggenſtrohaſche, Analyſe nach Freſenius 329.
Rohrarten, Bedingungen ihres Gedeihens 155.
Rohrzucker, enthält Ammoniak 59.
Roſe über Vorkommen von phosphorſaurem Kalk in Kreide 157.
Roßkaſtanienaſche, Zuſammenſetzung 240.
Rothbuchenholzkohle, Analyſe der Aſche 330.
Rubiaceen enthalten Chinaſäure 85.
Rüben, krankhafte Ausſchwitzungen 161; weiße, Beſtandtheile 182.
Rübenfelder, beſter Dünger 236.
Runkelrüben, Beſtandtheile 182; enthalten Ammoniak 60; Verfahren bei ihrem Anbau 138; Kohlenſtoffgehalt 14; enthalten Magneſia 100; Gehalt an Salzen 204; Stickſtoffgehalt 261; Waſſergehalt 318; Zuſammenſetzung 319; Subſtanzverluſt des Bodens durch Runkelrüben 201, 205.
Runkelrübenſaft enthält Ammoniak 59; Producte der Gährung 402.

S.

Sacharum officinarum, Aschenanalysen 350.
Sägespäne, Kohlenstoffgehalt der daraus erhaltenen Humussäure 8.
Säuerlinge, Entstehung 482.
Säurebildungsproceß verschiedener Pflanzen am Tage 30.
Säuren, Art des Vorkommens 85; Bildungshergang in den Pflanzen 48; durch die Blätter gebildet 41; thätig bei Bildung der verschiedenen Modificationen des Humus 7; Verhalten zu Silicaten 114; organische, Bestandtheile aller Pflanzensäfte 5, 84; Nutzen 85; organische, Elemente derselben 4; organische, ihr Nutzen 185 ff.
Salmiak, Bereitung aus Mistjauche 245.
Salmiakfabrication, Entdeckung durch Gravenhorst 273.
Salpeter, in Pflanzen vorkommend 304; Vorkommen in Kalkhöhlen 294; im Brunnenwasser 295; Fabrication in Paris 295; Quellen der Bildung 297 ff.; Bildungstheorie 293, 427 — 431.
Salpeterfraß der Ställe 246.
Salpeterlager in Südamerika 297.
Salpeterminen, Grund der Unfruchtbarkeit des Bodens 296.
Salpetersäure, Bedingungen der Bildung 297; Bildungshergang 292, 302; Bildungstheorie 428 ff.; Bildung durch Elektricität 298, 302; wie sie sich in verschiedenen Pflanzen bilde 62; ob ein Nahrungsmittel für die Gewächse 292; verneint 302; Product der Fäulniß 53; Verhalten zu Platin 374; zu Zinn 375; Vorkommen im Regenwasser 299.
Salpetersaure Salze, wie sie für Pflanzen zuträglich wirken 303, 304.
Salzer, Fall von Vergiftung durch Würste 505.
Salzauflösungen, durchdringen Häute nicht 491.
Salzauswitterung aus Backsteinen 176.
Salzpflanzen, Bedingungen ihres Gedeihens 100.
Salzsäure, Bildungstheorie 140; freie, im Magensaft 180; Wirkung auf Pferdeharn 408; Verhalten zu Blausäure 373; Verhalten zu Silicaten 114.
Salzsoole enthält reines Sauerstoffgas 460; Entwickelung von Infusorien darin 461.
Samen, Bedingungen der Entwickelung 212; enthalten Schwefel 5; sind schwefel- und sauerstoffhaltig 6; enthalten stets eine Stickstoffverbindung 5; Zucker und Schleim verschwindet mit der Entwickelung 41.
Samenaschen, Bestandtheile 193.
Samenbildung, Bedingungen 257 ff.
Sand, Löslichkeit in Wasser 114; feuchter, Einfluß auf das Gedeihen der Pflanzen 197; ihn fruchtbar zu machen 198; reiner, unfruchtbar 146; reiner, Wachsthum von Pflanzen in selbigem 312. Avena sativa 313; Hordeum vulgare 313; Nicotiana tabacum 314; Polygonum Fagopyrum 314; Trifolium pratense 315; Vicia sativa 312.
Sandboden für Wiesen nicht passend 97; welchen Bäumen zuträglich 97; welche Pflanzen auf ihm gedeihen 219; für Weizen untauglich 154.
Sapanholz, Aschenanalyse 348.
Sargassum-Arten, Aschenanalyse 352.
Saubohnen, Analyse der Asche 193, 344.
Sauerstoff, Menge, beim Athmen verzehrt 227; wie er sich im Körper verhält 228; wird von den Pflanzen ausgeschieden 20; Sauerstoffausscheidung, die Function der Pflanzen 26; die Pflanzen geben mehr ab, als sie einsaugen 34; Menge desselben, die die Pflanzen an die Atmosphäre ab-

geben 45; Quelle deſſelben während des Winters 24; Entwickelung aus Seide, Baumwolle u. dergl. 462; nöthig zur Entwickelung der Pflanzen 127; Wirkung auf Blätter, Blüthen und Früchte 29; Verbrauch verſchiedener Pflanzen 29; wird von Blättern und Holz abſorbirt 31; im Dunkeln von den Pflanzen eingeſogen 28; Sauerſtoff-Gehalt der Humusſäure 8; mit Kohlenſtoff und Waſſerſtoff bildet organiſche Säuren 4; wie viel beim Verbrennen verzehrt wird 17; zur Verweſung nöthig 36; Verhalten zu Kohle 391; Sauerſtoff-Gas in Salzſoole 461; Sauerſtoff-Gehalt der Luft 17; wie er wieder erſetzt wird 19; Sauerſtoff-Gehalt der Luft jetzt größer als ſonſt 25; ſauerſtoffhaltige und ſauerſtofffreie Pflanzenbeſtandtheile 6; Verbrauch des Menſchen 17, 18 Anm.

Sauſſure, Analyſe von Dammerde 129; Wirkung der Dammerde auf die Luft 475; Analyſen von Pflanzenaſchen 334; Verfahren dabei, daſelbſt; Tabellen 337 — 343; Analyſe der Aſche des Hafers 234; Analyſe verſchiedener Fichtenaſchen 88 ff.; Analyſe der Aſche der Roßkaſtanien 240; Analyſen von Erdarten, zu Unterſuchungen des Urſprungs der mineraliſchen Beſtandtheile der Pflanzen 332; Analyſe der darauf gewachſenen Pflanzen 333; Analyſe des Weizenſtrohes 203; Aſchengehalt verſchiedener Pflanzentheile 85; Zuſammenſetzung verſchiedener Aſchenarten 239; über das Keimen 135; Menge der Eichen- und Fichtenblätter an Alkalien 154; Verhalten der unreifen Früchte 185; Fähigkeit des Kohlenpulvers, Ammoniak zu verdichten 73; Kohlenſäuregehalt der Luft 19; Kohlenſäuregehalt verſchiedener Luftſchichten 24; woher die mineraliſche Subſtanzen in den Pflanzen rühren 83 Anm.; woher die Pflanzen ihren Stickſtoff erhalten 50 Anm.; ob Pflanzen Stickſtoff aſſimiliren 305; Verſuche mit Samen von Vicia Faba 197; Verſuche mit Pflanzen 28; über den Zuſtand der Verweſung 424; über Verweſung der Holzfaſer 416; über Verweſung trocknender Oele 418.

Secale cornutum, Aſchenanalyſe 346.

Secretionsproceſſe der Pflanzen 223.

Seegewächſe, wie ſie wachſen 213.

Seepflanzen bedürfen des Jods 105.

Seeſalz, Verflüchtigung 102.

Seewaſſer, Analyſe nach Marcet 103; Gehalt an phosphorſauren Kalk 157.

Seide entwickelt Sauerſtoffgas 462.

Senf, ſchwarzer, Schwefelgehalt 78; weißer und ſchwarzer, Aſchenanalyſe 344; flüchtiges Oel deſſelben, eine Schwefelverbindung 6.

Senföl, ſchwefelhaltig und Sauerſtoff frei 6.

Senfſamen, Stoffe, die ſich bei verſchiedener Behandlung daraus entwickeln 530.

Schaafmiſt, paſſender Boden für denſelben 178.

Schaafwolle entwickelt Sauerſtoffgas 468.

Schafthen, Aſchenanalyſe 331.

Schilfarten, Bedingungen ihres Gedeihens 155.

Schleim, der Samen verſchwindet mit der Entwicklung 40.

Schneewaſſer, enthält Ammoniak 56; Nachweiſung des Ammoniakgehalts 57.

Schnellefſigfabrication, Bedingung 425.

Schöbler, Beſtandtheile von Holzarten 31.

Schübler, Wirkung des Arſeniks auf Pflanzen 70 Anm.

Schwamm, Bildung und Ernährung 456.

Schwefel, zum Gedeihen der Pflanzen nöthig 78; Beſtandtheile der Samen und Pflanzenſäfte 5; Urſprung deſſelben in Pflanzen 75, 77, 79,

81, 82; in Samen und Wurzeln 77; in der Galle und Muskeln 189; Eigenschaften, von geschmolzenem rasch erkaltetem 381.
Schwefelfreie Pflanzenbestandtheile 6.
Schwefelkies, Bildung 409; und Schwefelzink, Bildung in Braun- und Steinkohlenlagern 484.
Schwefelsäure als Düngemittel 251; Sättigungscapacität für verschiedene Alkalien 86 Anm.; Verhalten zu trocknem Holze 372; Verhalten zu Kupfer 375; Verhalten zu Oxalsäure 371; zu salpetersaurem Kali 372.
Schwefelsäure-Limonade, gegen Bleivergiftung 499.
Schwefelwasserstoffgas, Entwicklung aus Eiweiß, Fibrin und Casein 77; Vernichtung seiner schädlichen Wirkung 529.
Schwefelwasserstoffwasser, Gegengift gegen Wurstgift 505.
Schweineharn, Analyse nach Bibra 357; Aschenbestandtheile 358; nach Bouffingault 359.
Schweinekoth als Dünger 236.
Schweiß, ammoniakhaltig 289.
Silberoxyd, Reduction durch Wasserstoffhyperoxyd 377, 406; durch organische Säuren 378.
Silbersalze, weshalb sie nicht als Gift wirken 497.
Silicate, Bildung 109; Bedingung ihrer Löslichkeit 112; durch kohlensaures Wasser löslich 117; Vorkommen und Bestandtheile 108; die Krystallwasser enthalten 114; Verhalten zu Säuren 114; Verwitterung 170.
Simon, über einen Pferdedarmstein 158.
Solander, über den Riesentang 308.
Solanin, Bildung in den Kartoffelkeimen 93.
Spargel, Aschenanalyse 348.
Spargelstein, Beschaffenheit 157.
Spazier, Versuche über die Wirkung des Gypses auf Pflanzen 69. Anm.
Speisen, Definition 226; Appert's Aufbewahrungsmethode 446.
Spiegelglas, Bestandtheile 109.
Splintkohle von Newcastle, Zusammensetzung und Entstehung 484.
Sprengel, Eigenschaften der Humussäure 10; Kohlenstoffgehalt der Humussäure 8.
Ställe, Mittel, den Ammoniakgeruch zu vernichten 247.
Stärke, Bildung 48; Bildung aus Humus, nach Meyen 26; dient nicht zur Ernährung der Pflanzen 27; Kohlenstoffgehalt der aus Stärke erhaltenen Humussäure 8; Umwandlung in Humus 7; abgelagerte, im Holzkörper 131.
Stärkemehl, Bestandtheile 4.
Stalaktiten der Tropfsteinhöhlen, Bildung 124.
Stalldünger, Analyse nach Richardson 327.
Stallmist, Begriff 237; Analyse 238.
Steckrüben, Wassergehalt 318; Zusammensetzung 319.
Steine im Blinddarme der Pferde, wie sie entstehen 84.
Steineiche, Aschenanalyse 331.
Steinkohle, Entstehung 477, 484; Menge Kohlensäure, welche bei ihrer Bildung zerlegt wurde 25.
Steinkohlenasche als Düngemittel 176.
Steinkohlenlager, Bildung der ausströmenden Gase 485.
Steinöl, Bildung 485.
Stickoxyd, Umwandlung in Ammoniak 291.
Stickstoff der Luft, ob er Antheil nimmt an der Vegetation 305; Be-

Stanbtheil der flüchtigen Oele, der Luft, nicht die Quelle des Ammoniaks 281—290; Mengen desselben in Pflanzen 5; der Pflanzen, vom Ammoniak der Atmosphäre herrührend 74; Ursprung und Assimilation in den Pflanzen 50—75; Art seines Vorkommens in Pflanzen 5; Umwandlung in Ammoniak 291 ff.; einzige Quelle desselben das Ammoniak 280; Beweis, daß das Ammoniak die Quelle desselben sei 60; wie der Salpeter sich bildet 429 ff.; stickstoffhaltige Körper am meisten zur Zersetzung geneigt 394.

Stickstofffreie Körper, Metamorphosen derselben 391; stickstofffreie und stickstoffhaltige Verbindungen der Pflanzen 6.

Stickstoffgehalt verschiedener Culturpflanzen 260 ff.; der Excremente 63, 64; des Menschenharns 247; der Pflanzen, Quelle 268.

Stickstoffhaltige Körper, Metamorphosen 393; Substanzen als Nahrung 64.

Stickstoffverbindungen der Pflanzen durch Ammoniak bewirkt 58.

Stroh, Bedingung der größeren Entwicklung 258; Kohlenstoffgehalt 15.

Strontian, salpetersaures, wird von den Wurzeln ausgeschieden 95.

Struve, über Zerlegung der Gebirgsarten 150.

Strychnin, Wirkung desselben unbekannt 499.

Sublimat, Wirkung auf den Organismus 495, 497.

Sumpfgas, Bildung 409; Begleiter der Steinkohlen 485.

Syenit, ammoniakhaltig 285.

Synaptas, Verhalten zu Amygdalin 529.

Syphilis-Gift, Wirkungsweise 507.

T.

Tabak, Aschenanalyse 348; bester Boden für denselben 99; erschöpft den Boden 153; Gehalt an Salzen 204; Wachsthum in reinem Sande 198; Wachsthum in reinem Sande und künstlicher Ackererde 314; Aschenbestandtheile 316.

Tabaksasche, Analyse 328.

Tabaksblätter, enthalten Ammoniak 60.

Tabakswurzel, Aschenanalyse 330.

Tabellen zu Bousfingault's Versuchen und andere 318—368.

Talgsäure, Zahl der Aequivalente derselben 368.

Talkschiefer, hält phosphorsauren Kalk 157.

Tanne, Boden, auf dem sie gedeiht 97.

Tannenholz und Nadeln, Analyse 187; Aschenmenge 96; Werth der Asche als Dünger 239; Aschenanalyse 330; Aschengehalt und deren Bestandtheile 223; Aschen- und Nasengehalt nach Berthier 11; Humussäuregehalt 12; Tannennadeln- und Rindenasche, Analyse 328; lufttrocknes, Kohlenstoffgehalt 14.

Tannennadeln, Alkaligehalt 99.

Tannenrinde, Aschengehalt und deren Bestandtheile 223.

Tauben, junge, Einfluß des reinen Weizenfutters 180; zuträgliche Nahrung 181.

Taubenmist, für welche Pflanzen am besten 236.

Teltower Rübe, wie sie ihre mehlige Beschaffenheit einbüßt 139.

Terpentinöl, Bildung 48, 186; sauerstofffrei 6.

Teschemacher, Analyse des afrikanischen Guano 359.

Thénard, über Ferment 404.

Thompson, über Sauerstoffquellen 461.

Thon der Ackererde, Veränderungen 121; stets in fruchtbarem Boden 146;

Abstammung desselben 146; von Cornwallis, ammoniakhaltig 289; Ursache seiner Fruchtbarkeit 147; Gehalt an Kali 148; Wirkung von Kalk auf Thon 173; gebrannter als Düngemittel 72; Veränderungen durch das Brennen 174; gelber und blauer, Bestandtheile, Bildung 118.
Thonarten, Ursache der Schmelzbarkeit 120.
Thonboden, Düngemittel 251; schwerer, fester, wie er ertragsfähig gemacht wird 177.
Thonschiefer, Analyse nach Frick 116; hält Eisenoxydul 107; Kaligehalt 148.
Thränenwasser der Weinrebe enthält Ammoniak 59.
Tilia europaea, Aschenanalyse 346.
Töpferthon, Löslichkeit 174; sterilster Boden 175.
Topinambour, Analyse des geernteten 324 ff.; die Stengel Wassergehalt 318; Zusammensetzung 319; Uebersicht über die dem Boden gegebenen und genommenen Aschenbestandtheile bei seiner Cultur 325.
Torf, Darstellung der verschiedenen Modificationen des Humus aus Torf 7; Kohlenstoffgehalt der daraus erhaltenen Humussäure 8; Eigenschaften der Humussäure daraus 8.
Torfasche, Analyse 252; als Dünger 242.
Trachyt, Entstehung 119.
Trapp, über den Zuckersaft einer Volkamerie 137.
Traubenhollunderholz, Aschenanalyse 330.
Traubensäure, Bildung 186.
Traubensaft, Bedingungen der Gährung 422; Eigenthümliches seiner Gährung 434; Unterschied seines Gehaltes in verschiedenen Gegenden 441.
Traubenzucker, Aequivalente 387; Bildungsproceß 48.
Trifolium pratense, Wachsthum in reinem Sande und künstlicher Ackererde 315; Aschenbestandtheile 316.
Tropen, Fruchtbarkeit 218.
Tropfsteinhöhlen, Bildung der Stalaktiten 124.

U.

Ulmin, Definition, Bildung 7.
Ulmus campestris, Aschenanalyse 346.
Unfruchtbarkeit des Bodens, wovon abhängig 151, 254; des reinen Sandbodens 197 ff.; des andern Bodens, wovon abhängig 208.
Unterhefe, Begriff, Entstehung 444; Wirkung mit der des Blattergifts verglichen 524.
Untergährung, Bedingung der größern Alkoholbildung dabei 450; Einfluß der Temperatur 451; Definition 442, 443; Zustandekommen 445; identisch mit der Appert'schen Aufbewahrungsmethode 446.
Unverweslichkeit durch Arsenik bewirkt 495.
Ure, Analyse verschiedener Guanosorten 362 ff.
Urin, Wirkung der Fäulniß 237; fauler, das beste Düngemittel 61, 63; weshalb er oft sich lange hält 457.

V.

Varrentrapp, über den Ursprung des Ammoniaks 281.
Vauquelin, über den Ammoniakgehalt des Eisenoxyds 72.
Vegetabilien, Bedingungen der Entwickelung 6; allgemeine Bestandtheile derselben 4; Bestandtheile derselben 5; Eintheilung der Bestandtheile derselben in 2 Klassen 6; Hauptnahrungsmittel derselben 7; der

Humus, wie er im Boden enthalten, trägt nichts zu ihrer Ernährung bei 9; wie er dazu fähig werde 10, 11. (Vgl. Pflanzen).
Verbrennung, Hergang dabei 418.
Verbrennungsproceß im Thierleben 228.
Verflüchtigung feuerbeständiger Substanzen 101 ff.
Vermoderung, Begriff 477, Hergang 479; Definition 382.
Verwesung, Definition, Bedingungen 411; Substanzen, die ihr unterliegen 412; Verhinderung 412; worin sie bestehe 36; befördernde und hindernde Mittel 37; hemmende und befördernde Bedingungen 471; aufhebende Mittel 507; Gruppen der verwesenden Materien 414; Hergang 415; Producte 53; durch Ansteckung bedingt 424; Ursachen 374; der Holzfaser, Theorie 416; 467; der austrocknenden Oele 417; stickstoffhaltiger Materien; Salpeterbildung 427 — 431; stickstofffreier Körper, Essigbildung 421, 426; und Fäulniß, gleiche Actionen 420; ist ein Verbrennungsact 424
Verwesungsproceß 49.
Verwitterung, Wirkung derselben 118; der Gebirge, Ursachen 107; der Gebirgsarten, Ursachen 150 ff.; Zeit bei den Silicaten 170.
Verwundungen bei Sectionen gefährlich 503.
Vesuv, Fruchtbarkeit des Bodens am. Ursache 149.
Vicia Faba, Aschenanalyse 344; Versuch über das Wachsthum 197.
Vicia sativa, Wachsthum in reinem Sande und künstlicher Ackererde 312; Aschenbestandtheile 316.
Viscum album, Aschenanalyse 346.
Völkel, Analyse des Guano von Lima 366.
Volkameria, Zuckersaft der Blattdrüsen 137.

W.

Wachholder, Aschenanalyse 333; Analyse der Erde, auf der er gewachsen 334.
Wachs, Elemente desselben 5; zerlegt Wasser 46.
Wallnußbaumholz, Aschenanalyse 331.
Wasser, Bedingung des Wachsthumes 258; Einfluß auf die Gebirgsarten 108; löst keine Humussäure 125; enthält immer erdige Substanzen 111; Nutzen für die Pflanzen 253; Verhalten im menschlichen und thierischen Körper 493; destillirte, enthalten Ammoniak 63.
Wasserdampf, Tensionskraft und specifisches Gewicht 55; Menge in der Luft 55.
Wassergehalt verschiedener Pflanzenstoffe 318.
Wasserglas, Bereitung 109; Verhalten zu Kohlensäure 112; Verhalten zu Kreide 121.
Wasserstoff, als Bestandtheil aller Pflanzen 4; Form desselben im Holze 45 ff.; Ursprung und Assimilation durch die Pflanzen 44 — 50; Verhalten zu Kohle 391; mehrerer Holzarten 32; Wasserstoffgehalt der Humussäure 8.
Wasserstoffhyperoxyd, leichte Zersetzbarkeit 376; Reductionskraft für Metalloxyde 377, 406; Wirkung auf Silberoxyd und Blutfibrin 406.
Wasserzersetzung durch Kupfer und Zinn 375.
Wechselwirthschaft 180 — 225; Bedingungen 193; worauf die Vortheilhaftigkeit desselben beruht 221; durch Ansäen von Brachfrucht begünstigt 225; verbessert den Boden 209; Tabellen dazu von Bousfingault 320 ff.
Weidenholz, Eigenschaft der aus faulem Weidenholz erhaltenen Humussäure 8.

Weine, Bouquet derselben künstlich hervorgebracht 440; Ursache ihres Geruches und Geschmackes 435 ff. 438; Uebergang in Essig 441; Verhinderung 442; verschiedener Länder, woher ihre Beschaffenheit rührt 441; Einfluß des Lagerns 441; geschwefelte und ungeschwefelte 446.
Weingährung, Hergang 432 — 453.
Wein- und Bierhefe, identisch 433.
Weinmost, Aschenanalyse 344.
Weinrebe, bester Boden für dieselbe 99.
Weinsäure, Bildung 48; Bildungstheorieformel 189; Bildung in Früchten 186; Vorkommen 85, 188.
Weinstock, Einfluß von stickstoffreichen Dünger 98; bester Dünger 99; Grund und Nutzen des Beschneidens 130.
Weißbuchenholz- und -kohle, Aschenanalyse 330.
Weiße Rübe, Aschenanalyse der Blätter 344; Bestandtheile 182; Gehalt an Salzen 204.
Weizen, Feuchtigkeitsgehalt 318; Analyse der Asche 193; auf welchem Boden er gedeiht 97; warum er auf manchem Boden nicht gedeiht 153; erschöpft den Boden 153; Cultur durch Wechselwirthschaft 210; Substanzverlust des Bodens durch Weizen 200, 205; Einfluß des Futterns damit auf Tauben 180; Klebergehalt 60; Stickstoffgehalt 261; Zusammensetzung 319.
Weizenkörner und -Strohasche, Gehalt an düngenden Substanzen 239.
Weizenstroh, Aschenanalyse 330, 332; Aschenmenge 96; Gehalt an Salzen 203; Humussäuregehalt der Asche 12; Wassergehalt 318; Zusammensetzung 319.
Wicken, Aschenanalyse 344; Wachsthum in reinem Sande und künstlicher Ackererde 312; Aschenbestandtheile 316.
Wiegmann und Polstorff, Zusammensetzung der künstlichen Ackererde 311 ff.; Analyse des Haferstrohes 203; Versuche mit Salsola Kali 92; Salzgehalt von Pflanzen 204; Versuche über das Keimen der Pflanzen im Sande 197 ff.; über die Löslichkeit des Sandes 114.
Wiesen, bester Boden für sie 97; Ertrag 262; Ertrag derselben, wovon abhängig 254; Ergiebigkeit 259 ff.; Herstellung der Fruchtbarkeit 264.
Wiesenklee, Wachsthum in reinem Sande und künstlicher Ackererde 315; Aschenbestandtheile 316.
Will, Analyse des Heues und der Runkelrüben 14 Anm.; Analyse der Weißweizen- und Erbsenasche 193; Versuche, die Entstehung des Ammoniaks aus dem Stickstoff der Luft zu erklären 285.
Wind, Schnelligkeit 24.
Winterschlaf, Nutzen des Fettes während desselben 132.
Wismuthsalze sind Gifte 494.
Wöhler, über Veränderung der pflanzensauren Alkalien im Körper 489; über den Sauerstoff der Salzsoolen 461.
Wohnungen, Ursache der Ungesundheit feuchter 31 Anm.
Wolff, über die Ferdinandsquelle 157.
Wolle als Dünger 250.
Wurzel, Function derselben 84.
Wurzelbildung, Bedingungen 134.
Wurzeln, reich an Amylon 131; Nutzen 256; saugen Alkalien ein 105; saugen Kohlensäure auf 38.
Wurstgift, Ursachen der Entwicklung 503; falsche Ansichten, Wirkungsart 504; wie es vertilgt wird 504; Mittel dagegen 505.

Z.

Zeolith, Gehalt an Alkalien 148; Zusammensetzung 116.
Zersetzungen in der organischen Chemie, Formen 371.
Ziegenharn, Analyse 357; Aschenbestandtheile 358.
Zierpflanzen, Verhinderung der Blüthe 130.
Zink, mit schmelzendem Kalihydrat verbunden, bewirkt Ammoniakentwicklung 288.
Zinn, Verhalten zu Salpetersäure 375.
Zucker, Bildung 47; Bedingungen 184 ff.; Bildung im Ahorn, Theorie 135; Bildung aus Amylon 131; durch die Blätter gebildet 41; Bildung aus Humus, nach Meyen 26; dient nicht zur Ernährung der Pflanzen 27; Bildung beim Keimen, Theorie 134; Bestandtheile 4; Elementarzusammensetzung 400; Producte seiner Gährung 401; Verhalten seiner Elemente zu anderen Stoffen 388; -Gährung 400; Producte 401; -Gährung, Eigenthümlichkeiten 434; -Substanzen, die seine Gährung hindern, 438; Verlauf der Gährung 406; Metamorphosen bei der Gährung 392; -Gehalt der Runkelrüben 182; der Lindenblätter, Entstehung 183; Kohlenstoffgehalt der aus Zucker erhaltenen Humussäure 8; gegen Kupfervergiftung 499; der Samen verschwindet bei der Entwicklung 40; Umwandlung in Humus 7; Veränderung durch Einwirkung verschiedener Stoffe 518; Zahl seiner Aequivalente 386; geschmolzener, rasch erkalteter, Eigenschaften 380.
Zuckersäure, Oxydationsproduct des Zuckers 491.
Zwergobst, Theorie der Cultur 130.
Zwiebeln, Schwefelgehalt 78.
Zwiebelsaft, Producte der Gährung 402.

Im Verlage von

Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig

ist erschienen:

Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie,

in Verbindung mit mehren Gelehrten herausgegeben von Dr. J. Liebig, Dr. J. C Poggendorf und Dr. Fr. Wöhler, Professoren an den Universitäten zu Gießen, Berlin und Göttingen. Erste bis zwölfte Lieferung (I. Bd. 1. bis 6. Lieferung, II. Bd. 1. bis 6. Lieferung). gr. 8°. Mit Kpfrn. u. Holzschn. Fein Velinp. Erster Subscriptionspreis à Lief. 16 Sgr.

Es gereicht uns zur besondern Genugthuung, den zahlreichen Subscribenten auf dieses wichtige mit so lebhaftem Beifall aufgenommene Werk anzeigen zu können, daß dasselbe jetzt nachhaltig einen völlig geregelten Fortgang genommen hat. Der erste Band, die erste bis sechste Lieferung umfassend, sowie die siebente bis zwölfte Lieferung ist erschienen; die dreizehnte und vierzehnte ist unter der Presse und es dürfen im Laufe des Jahres noch mehre Lieferungen erwartet werden.

Der hohe Werth, welchen diese bedeutende, eine durchaus praktische Richtung verfolgende Arbeit für die Chemiker von Fach, für Apotheker, Aerzte, Fabrikanten und Gewerbtreibende jeder Art hat, wird, bei den riesenhaften und unermeßlich raschen Fortschritten der Wissenschaft, für den Gebrauch noch durch die lexikalische Form erhöht.

Wir erlauben uns, Bezug auf den ausführlichen Prospectus zu nehmen, welcher durch jede Buchhandlung zu beziehen ist.

Anleitung zur Analyse organischer Körper.

Von Professor Dr. Justus Liebig. Mit 3 Kupfertafeln. gr. 8°. Fein Velinpap. geh. 16 Sgr.

Vollständiger Unterricht über das Verfahren

Silber auf nassem Wege zu probiren.

Von Gay-Lussac, deutsch bearbeitet von Dr. Justus Liebig. gr. 8°. mit sechs Kupfertafeln in Folio. geh. 1 Thlr. 16 Sgr.

Otto-Graham Lehrbuch der Chemie,

Erster und zweiter Band, die anorganische Chemie enthaltend. **Zweite umgearbeitete und sehr vermehrte Auflage.** Erster Band (erste bis siebente) und zweiten Bandes erste bis elfte Lieferung. gr. 8°. Satinirtes Velinpap. geh. Preis jeder Lieferung 12 Sgr.

Graham-Otto's Lehrbuch der Chemie hat so vollständige Anerkennung und so rasche Verbreitung gewonnen, daß noch vor Vollendung des dritten Bandes eine neue Auflage der beiden ersten Bände nöthig wurde. Diese ist eine durchaus neue Arbeit, wesentlich verändert und erweitert. Sie erscheint, wie die erste Auflage, in Lieferungen, die sich rasch, und zwar gleichzeitig in beiden Bänden, folgen.

Ausgegeben sind bis jetzt Bd. I. (Lief. 1 — 7) und von Bd. II. Lief. 1 — 11, — sie umfassen das Theoretische der Chemie und die anorganische Chemie —, während Band III., die organische Chemie enthaltend, in erster Auflage fortgeht. Von ihm sind die Lieferungen 1 und 2 erschienen.

Dieses treffliche Werk darf den Lehrern und Studirenden der Wissenschaft angelegentlich empfohlen und darauf aufmerksam gemacht werden, daß es das eifrige Bestreben des Verfassers war, sein Buch auch den Selbststudirenden durch klare Darstellung, so wie durch die rechte Auswahl des zu Gebenden, wahrhaft nützlich und verständlich zu machen. Wir empfehlen es daher für den Zweck des Selbststudiums den Aerzten, Pharmaceuten, Agronomen, Technikern und Fabrikanten, Forst- und Hüttenmännern ꝛc. Es hält an Vollständigkeit und Reichhaltigkeit die rechte Mitte zwischen dem großen Lehrbuche von Berzelius und den kürzeren Compendien, und entspricht auch in dieser Beziehung ganz den Anforderungen Derer, für welche das Buch bestimmt ist. — Zahlreiche und gegen die erste Auflage sehr vermehrte Holzstiche sind dem Texte eingedruckt.

Der Subscriptionspreis bleibt, trotz der vergrößerten Anzahl der vortrefflich ausgeführten Holzstiche, für jede Lieferung ⅓ Thlr. = 15 Sgr.

Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig.

Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse,

oder die Lehre von den Operationen, von den Reagentien und von dem Verhalten der bekannteren Körper zu Reagentien, sowie systematisches Verfahren zur Auffindung der in der Pharmacie, den Künsten, Gewerben und der Landwirthschaft häufiger vorkommenden Körper in einfachen und zusammengesetzten Verbindungen. Für Anfänger bearbeitet von Dr. C. Remigius Fresenius, Professor der Chemie zu Wiesbaden. Mit einem Vorwort von Dr. Justus Liebig. **Vierte vermehrte und verbesserte Auflage.** Mit in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8°. fein Velinpap. geh. 1 Thlr. 8 Sgr.

Von diesem, für den practischen chemischen Unterricht, in den Laboratorien wie für die Pharmaceuten, wichtigen Werke ist abermals eine neue, die vierte, Auflage nöthig geworden. Ueber den Werth und die Bedeutung desselben spricht sich das Vorwort Liebig's aus; die Einführung des Buches in die meisten und angesehensten Laboratorien, seine weite Verbreitung unter den Pharmaceuten, sowie die rasche Folge der Auflagen bieten die Belege dafür. Diese neue Auflage ist eine sorgsam durchgearbeitete, und mit einem interessanten Kapitel über die Alkaloiden vermehrt.

Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse,

oder die Lehre von der Gewichtsbestimmung und Scheidung der in der Pharmacie, den Künsten, Gewerben und der Landwirthschaft häufiger vorkommenden Körper in einfachen und zusammengesetzten Verbindungen. Für Anfänger und Geübtere bearbeitet von Dr. C. Remigius Fresenius, Professor der Chemie zu Wiesbaden. Mit in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8°. Velinpap. geh. 2 Thlr. 8 Sgr.

Professor Fresenius' »Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse« reiht sich ihrem ganzen Plane nach seiner »Anleitung zur qualitativen Analyse« als zweiter Theil an, so daß beide zusammen eine vollständige Anleitung zur einfacheren chemischen Analyse enthalten.

Bei der Ausarbeitung der vorliegenden Schrift hatte der Herr Verfasser einerseits im Auge, sie zu einem geeigneten Leitfaden beim praktischen Unterrichte in den chemischen Laboratorien zu machen, anderntheils aber sollte sie auch denjenigen jungen Chemikern, welche, wie z. B. ein großer Theil der Pharmaceuten, auf Selbstbelehrung angewiesen sind, ein treuer Führer und Rathgeber bei ihren Arbeiten sein und ihnen den Mangel des Lehrers so viel als möglich ersetzen. Möge das Werk dazu beitragen, die für alles tiefere und gründliche Eindringen in die Chemie so unentbehrliche quantitative Analyse zum Gemeingute eines größeren Publikums zu machen, — möge es namentlich auch den Pharmaceuten, Technikern und Landwirthen, für welche das Buch vornemlich mit bestimmt ist, wesentlich nützen.

Lehrbuch der chemischen Technologie

zum Unterricht und Selbststudium bearbeitet von Dr. F. Knapp, Professor der Technologie und Chemie an der Universität zu Gießen. Erste bis siebente Lieferung. gr. 8°. Fein Velinpap. geh. Preis jeder Lieferung 10 Sgr.

Der von unserer Zeit vollständig gewürdigte unermeßliche Einfluß der Chemie auf die gesammte Gewerbsthätigkeit ist so durchgreifend, daß das Bedürfniß nach entsprechenden, rationell behandelten Lehrbüchern sich schlagender als je herausstellt. Das vorliegende Werk ist kein Lehrbuch der Chemie im Allgemeinen, mit specieller Bezugnahme auf die Technologie; es stellt sich vielmehr die Aufgabe, als chemische Technologie, die vorzugsweise auf chemischen Grundsätzen beruhenden Gewerbe vollständig und unter Entwickelung der theoretischen Grundlagen, darzustellen, so daß es dem gebildeten Gewerbtreibenden als Rathgeber dienen, dem studirenden Chemiker, Pharmaceuten, Gewerbtreibenden, Agronomen und Cameralisten aber die Belege, die Anwendung der Chemie auf die Technik, für ihre Studien, und somit eine Ergänzung jedes Lehrbuches der Chemie bieten könne. — Unsere Literatur besaß bisher in dieser Auffassung kein einziges Werk, welches dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft genügte, und die glänzende Aufnahme, welche es findet, hat dargethan, daß der Herr Verfasser den richtigen Standpunkt gewählt hat und einem großen Bedürfnisse begegnet ist. Vortrefflich ausgeführte und sehr detaillirte Holzstiche, die sich auf eine große Anzahl steigern, erleichtern das Verständniß ungemein und ersetzen die kostbarsten Kupferwerke. Durch den möglichst wohlfeilen Preis, bei der zweckmäßigsten Ausstattung, hat der Verleger die Verbreitung nach Kräften erleichtert. Die ferneren Lieferungen werden sich so rasch folgen, daß das Buch binnen Jahresfrist vollendet ist.

Versuch einer allgemeinen physiologischen Chemie.

Von Prof. G. J. Mulder in Utrecht. Mit besonderen Zusätzen des Verfassers für diese deutsche Ausgabe seines Werkes. Nach dem Holländischen von Dr. H. Kolbe. gr. 8°. Fein Velinp. geh. Erste bis achte Lieferung. Preis: 3 Thlr. 8 Sgr. (die sechste Liefer., mit 8 illuminirten Kupfertafeln, kostet 1 Thlr.).

Das Streben der Materie nach Harmonie.

Eine Vorlesung von Prof. G. J. Mulder. gr. 8°. Velinp. geh. 6 Sgr.

Bemerkungen zur Volumtheorie.

Mit specieller Beziehung auf Herrn Prof. Schröder's Schrift: Die Molekularvolume der chemischen Verbindungen. Mannheim, 1843. Von Herm. Kopp. gr. 8. fein Velinp. geh. 20 Sgr.

Zur vergleichenden Physiologie

der wirbellosen Thiere. Eine physiologisch-chemische Untersuchung von Dr. Carl Schmidt. gr. 8°. geh. 12 Sgr.

Lehrbuch der rationellen Praxis der landwirthschaftlichen Gewerbe.

Zum Gebrauche bei Vorlesungen über landwirthschaftliche Gewerbe und zum Selbstunterrichte für Landwirthe, Cameralisten und Techniker. Von Dr. Fr. Jul. Otto, ordentl. Professor der Chemie am Collegio Carolino und Medicinal-Assessor zu Braunschweig. **Zweite stark vermehrte Auflage** mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8°. fein Velinpap. geh. 4 Thlr.

Der große Beifall, mit welchem die erste Auflage dieses Lehrbuchs, die im Jahre 1838 erschien, aufgenommen worden ist, giebt sich am deutlichsten durch das so baldige Erscheinen dieser zweiten Auflage zu erkennen. Die ursprüngliche Tendenz des Lehrbuches, nach welcher es den in der Praxis befindlichen Gewerbetreibenden Anleitung geben soll zur rationellen Betreibung der Gewerbe (durch welche allein es möglich ist, die höchsten Erträge zu erzielen und jeder Concurrenz die Spitze zu bieten), und nach welcher es von den Cameralisten und den Schülern auf den landwirthschaftlichen Lehranstalten beim Studium der landwirthschaftlichen Gewerbe benutzt werden soll, ist auch in dieser zweiten Auflage beibehalten worden. Aber in Folge der Riesenschritte, mit denen die Gewerbe vorschreiten, hat diese zweite Auflage in vielen Theilen wesentliche Veränderungen erleiden müssen; es sind für dieselbe alle seit dem Erscheinen der ersten Auflage gemachten Entdeckungen und Verbesserungen benutzt worden. Diese zweite Auflage ist aber auch bedeutend vermehrt worden, da sie, außer den in der ersten Auflage abgehandelten Gewerben, noch alle diejenigen Gewerbe umfaßt, welche für einen zweiten Theil bestimmt waren.

Die äußere Ausstattung des Werkes hat ebenfalls Verbesserungen erfahren. Papier und Druck sind ausgezeichnet und anstatt der Steindrucktafeln hat dasselbe in den Text gedruckte Holzschnitte erhalten, welche von den ersten Künstlern ausgeführt sind; das Werk kann jetzt in der That ein Prachtwerk genannt werden.

Wir empfehlen die so vervollkommnete und vervollständigte zweite Auflage des Lehrbuchs der landwirthschaftlichen Gewerbe dem betreffenden Publikum aufs Angelegentlichste, und bitten, besonders den, dem Werke vorgehefteten Prospectus, so wie die Vorrede des Werkes selbst zu beachten.

Lehrbuch der Essigfabrikation,

enthaltend die Anleitung zur rationellen Bereitung aller Arten von Essig, sowohl nach der ältern langsamen Methode, als auch der neuern schnellen Methode; zur Darstellung der Kräuteressige; zur Prüfung des Essigs auf seinen Säuregehalt; zur Anlage von Essigfabriken ꝛc. Für Essigfabrikanten, Weinhändler, Kaufleute, Landwirthe, Cameralisten und Techniker. Von Dr. Fr. Jul. Otto, ordentlichem Professor der Chemie am Collegio Carolino und Medicinal-Assessor zu Braunschweig. Mit einer Kupfertafel. gr. 8°. Velinpap. geh. 1 Thlr. 8 Sgr.

Naturgeschichte der Stubenvögel Deutschlands.

Anleitung zur Kenntniß, zur Wartung und zum Fang derselben für Diejenigen, welche sie pflegen und selbst fangen wollen. Nach vieljährigen durchaus eigenen Beobachtungen von Dr. C. F. W. Siedhof. 8. Velinpap. geh. Preis 1 Thlr. 8 Sgr.

Der Mist,

seine chemische Zusammensetzung, seine Wirkung als Düngmittel und seine Zubereitungsweise. Für deutsche Landwirthe bearbeitet von Dr. P. A. Bolley, Professor der Chemie zu Aarau. Nach dem Plane von J. Girardin's Vorlesungen über diesen Gegenstand, gehalten an der Landwirthschaftsschule zu Rouen. 8°. Velinpap. geh. 12 Sgr.

Dieses kleine wichtige Buch wird der Aufmerksamkeit des landwirthschaftlichen Publikums angelegentlich empfohlen. Es behandelt den eigentlichen Brennpunkt des landwirthschaftlichen Strebens, den Dünger. Es giebt alles Neue, was die Wissenschaft auf diesem Felde gebracht hat, die Resultate der Untersuchungen von Liebig, Payen und Bouffignault ꝛc., die Werthe der verschiedenen Mistarten, ihre rationelle Behandlung ꝛc.; sie vermittelt den Standpunkt der Chemie mit der oft nachhinkenden Praxis. Die französische Regierung ließ von der, diesem Büchlein zum Grunde liegenden Schrift von Girardin, 20,000 Exempl. unter die besseren Landwirthe vertheilen! Wir werden den landwirthschaftlichen Vereinen, die größere Parthien von Exemplaren für ihre Mitglieder ankaufen mögten, die billigsten Bedingungen stellen.

Die landwirthschaftlichen Geräthe und Maschinen Englands.

Mit besonderer Berücksichtigung der landwirthschaftlichen Mechanik und einer Uebersicht der Verhältnisse der englischen Agricultur. Von Dr. Wilhelm Hamm, Vorsteher der Ackerbauschule zu Rütti, Lehrer der Landwirthschaft und Chemie zu Hofwyl. Mit mehr als 600 in den Text eingedruckten Holzschnitten. In einem Bande von 60 Bogen. Preis jeder Lieferung von 6 Bogen 12 Sgr.

»Zeige mir Deinen Pflug, und ich will Dir sagen, welch ein Landwirth Du bist« mag als Motto der andern Schrift gelten. Nur mit Hülfe guter Instrumente vermag der Boden chemisch und mechanisch so bearbeitet zu werden, wie es die Praxis und Wissenschaft verlangt. Deutschland ist in dieser Hinsicht zurück, England voraus. Das Buch bietet dem Landmann alle Mittel, in dieser Beziehung nachzukommen. Die Abbildungen und die Beschreibungen sind so genau, daß nach denselben von Stellmachern, Tischlern und Schmieden die für deutsche Verhältnisse wichtigsten landwirthschaftlichen Geräthe gefertigt werden können, ohne Vermittelung theurer Maschinenfabriken. Der Verfasser wanderte in England von Farm zu Farm, um die Geräthe in ihrer Anwendung zu prüfen und an Ort und Stelle zu zeichnen.

Lehrbuch der Ober- und Untergährung des Bieres,

oder Anleitung zur rationellen Darstellung vorzüglicher Biere durch die Gährung. Für Brauer und zum Unterrichte in landwirthschaftlichen und technischen Lehranstalten. Von August Ernst Müller, Freiherrl. von Adrian-Werburg'schen Oeconomie und Renten-Verwalter. gr. 8°. Velinpap. geh. 1 Thlr.

Die Gährung ist der weitaus wichtigste chemische Proceß in der Brauerei. Ohne richtige Leitung desselben kann mit Sicherheit nie auf Gewinnung guter Biere gerechnet werden. Daher die sonst unbegreifliche Erscheinung, daß man in den meisten Theilen Deutschlands noch so weit hinter der baierschen Brauerei zurück ist, und daß das eine Gebräu mißräth, während das andere geräth, trotz der getreuen Copien aller andern technischen Anlagen nach baierschen Mustern. Diesen wichtigen, rein chemischen Proceß, unter allen Umständen richtig leiten zu lehren, ist die Aufgabe dieses Buches, welches in praktischer Anwendung die vom Professor Liebig aufgestellte Theorie der Gährung vertritt.

Darwin's Naturwissenschaftliche Reisen

nach den Inseln des grünen Vorgebirges, Südamerika, dem Feuerlande, den Falkland-Inseln, Chiloe-Inseln, Galapagos-Inseln, Otaheiti, Neuholland, Van Diemens-Land, Keeling-Inseln, Mauritius, St. Helena, den Azoren ꝛc. Deutsch und mit Anmerkungen von Dr. Ernst Dieffenbach. In zwei Theilen. Mit einer Karte und Holzschnitten. gr. 8°. Fein Velinpap. geh. 3 Thlr. 8 Sgr.

Spicilegium Florae rumelicae

et bithynicae exhibens synopsin plantarum quas aest. 1839 legit. Von Prof. Dr. med. A. Griesebach. In 2 Bänden. gr. 8°. geh. Fein Velinpap. 8 Thlr.

Lehrbuch der Physiologie des Menschen.

Für Aerzte und Studirende. Von Dr. G. Valentin, Professor der Physiologie und vergleichenden Anatomie an der Universität Bern. Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzschnitten. 2 Bände. gr. 8°. Fein Velinpapier. geh. 8 Thlr. 20 Sgr.

Der Herr Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, in diesem Lehrbuche nur die Physiologie des Menschen zu behandeln; alles Fremde ist streng ausgeschlossen und eben nur die Darstellung der Thätigkeiten unseres Organismus geliefert worden. Er hält dafür, daß der heutige Standpunkt der Wissenschaft diese Concentration nöthig macht, um nicht durch Mitaufnahme solcher Verzweigungen der Physiologie, welche gewöhnlich neben ihr behandelt werden, allgemeine und vergleichende Anatomie ꝛc., das Feld für den praktischen Arzt und den Studirenden — denn für diese ist sein Werk zunächst bestimmt — zu weit und weniger übersichtlich in der Hauptsache werden zu lassen. Er beginnt mit der allgemeinen Physiologie und geht erst dann zur speciellen über. Das Werk umfaßt zwei Bände, und ist jetzt vollständig erschienen.

Zahlreiche und vortrefflich ausgeführte Holzstiche werden viel zur bessern Verständlichkeit schwieriger Parthien der Materie beitragen.

Grundriß der Physiologie des Menschen.

Für das erste Studium und zur Selbstbelehrung. Von Dr. G. Valentin, ordentl. Professor der Physiologie und vergleichenden Anatomie an der Universität Bern. Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzschnitten. In einem Bande. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis: 2⅓ Thlr.

Valentin's »Grundriß« soll die Physiologie so weit vertreten, als es das erste Bedürfniß der Studirenden an Universitäten und medicinisch-chirurgischen Lehranstalten, der Aerzte, welche einen gedrängten Ueberblick der Physiologie nach ihrem heutigen Standpunkte verlangen, und der gebildeten Laien, welche sich über die Thätigkeiten unseres Organismus belehren wollen, erheischt. Die letztere Tendenz erschien dem Herrn Verfasser als ein wesentliches Moment, da das Bedürfniß, sich in übersichtlicher Weise mit den Lehren der Physiologie des Menschen bekannt zu machen, sowohl von Laien, als auch Männern der Wissenschaft, die nicht Mediciner sind, Chemiker, Physiker, Juristen, Pharmaceuten u. A., lebhaft gefühlt wird. Der Verfasser hat die schwierige Aufgabe übernommen, bei strenger Wissenschaftlichkeit leicht verständlich zu bleiben und das rechte Maaß des für den ausgesprochenen Zweck zu Gebenden einzuhalten. Für jedes tiefere Studium der Physiologie muß auf umfassendere Werke, namentlich des Verfassers Lehrbuch der Physiologie des Menschen in zwei Bänden, verwiesen werden. Eine große Anzahl in den Text eingedruckter trefflich ausgeführter Holzstiche wird zur leichteren Verständigung viel beitragen.

Lehrbuch der Ophthalmologie.

Für Aerzte und Studirende. Von Dr. C. G. T. Ruete, Professor der Medicin an der Universität in Göttingen. Mit in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8°. Fein Velinpap. geh. In 4 Lieferungen, jede von 12 Bogen. Preis jeder Lieferung 1 Thlr.

Daß ein Lehrbuch der Augenheilkunde, welches den heutigen Forderungen der Wissenschaft entspricht, und in gedrängter Form dem praktischen Arzte wie dem Studirenden leicht zugängig ist, einem Bedürfnisse begegnet, möchte nicht zweifelhaft sein. Wir lenken die Aufmerksamkeit praktischer Aerzte auf dieses treffliche Buch, welches mit der vierten Lieferung binnen wenigen Wochen vollendet sein wird.

Physiologie des Nervensystems

vom ärztlichen Standpunkte dargestellt. Von Dr. G. A. Spieß, praktischem Arzte zu Frankfurt a. M. gr 8°. Fein Velinpap. geh. Preis 2 Thlr. 16 Sgr.

Wenn die Physiologie im Allgemeinen heutzutage eine der wichtigsten Grundlagen der Pathologie ist, und deren fortgesetztes Studium von keinem denkenden Arzte mehr übersehen werden darf, so ist es namentlich die Nervenphysiologie, welche die praktischen Aerzte vorzugsweise interessirt, und das Buch dürfte um so mehr Beachtung bei diesen finden, als es von dem Standpunkte des Arztes ausgeht.

Die Nervenkraft

im Sinne der Wissenschaft, gegenüber dem Blutleben in der Natur. Rudiment einer neuen Physiologie, Pathologie und Therapie des Nervensystems. Von Dr. Carl Jos. Heidler, kais. österr. Rathe und bestelltem ersten Brunnenarzte zu Marienbad, ꝛc. gr. 8°. Fein Velinp. geh. 2 Thlr.

Handwörterbuch der Physiologie,

mit Rücksicht auf physiologische Pathologie, in Verbindung mit mehren Gelehrten herausgegeben von Dr. R. Wagner, Professor in Göttingen. Mit Kupfern und in den Text eingedruckten Holzschnitten. Drei Bände, jeder zu 50 — 60 Bogen größtes 8°., in Lieferungen von 8 — 12 Bogen. fein Velinpap. geh. Liefr. 12. — 14. Preis der Lieferung 1 Thlr.

Dieses Handwörterbuch bringt die physiologischen Lehren und viele für die allgemeine Pathologie und praktische Medicin wichtige Abschnitte, in Form gedrängter Monographien nach alphabetischer Ordnung, von Männern bearbeitet, welche dieselben zum Gegenstande specieller Forschungen gemacht haben. So trägt das Wörterbuch mehr den Charakter eines Handbuches, das statt eines Verfassers deren mehre hat. Die Koryphäen dieses Zweiges der Wissenschaft haben für die Bearbeitung der Artikel ihre Mitwirkung zugesagt und zum Theil schon erfüllt. Bd. I. Lief. 1—6, II. 1—6, III. 1 — 2 enthalten: Leben, Lebenskraft, Instinct, Seele u. Seelenleben, von Prof. Lotze in Göttingen. Absonderung, Elektricität der Thiere, Ernährung, Flimmerbewegung, Galvanismus (in seiner Einwirkung auf den thierischen Körper), Gewebe des menschlichen und thierischen Körpers, von Prof. Valentin in Bern. Atrophie, von Prof. Canstatt in Erlangen. Aufsaugung, Herz, von Prof. Kürschner in Marburg. Blut, Chylus, Lymphe, von Prof. Nasse in Marburg. Entzündung und ihre Ausgänge, Gewebe (in pathologischer Hinsicht), Hypertrophie, von Prof. Vogel in Göttingen. Fieber, von Prof. Stannius in Rostock. Galle, von Prof. v. Berzelius in Stockholm. Gehirn, Nervenphysiologie, Sehen, von Prof. Volkmann in Halle. Geschlechtseigenthümlichkeiten, von Prof. Berthold in Göttingen. Entwickelungsgeschichte, mit besonderer Berücksichtigung der Mißbildungen, von Prof. Th. L. W. Bischoff in Gießen. Harn, von Prof. Lehmann in Leipzig. Haut, von Medicinalrath Prof. Krause in Hannover. Kreislauf des Blutes, von Prof. Bergmann in Göttingen. Leber, von Prof. Theile in Bern. Mikroskop, von Prof. Purkinje in Breslau. Anhang zu dem vorhergehenden Artikel »Mikroskop«, vom Herausgeber. Milch, von Prof. Scherer in Würzburg. Nieren und Harnbereitung, von Dr C. Ludwig in Marburg. Parasiten, von Prof. K. Th. E. von Siebold in Erlangen. Psychologie und Psychiatrie, von Dr. F. W. Hagen in Windsheim. Respiration, von Dr. K. Vierordt in Karlsruhe. Riechen, Schmecken, von Prof. F. Bidder in Dorpat. Schwangerschaft, und Physiologie des weiblichen Organismus überhaupt, von Prof. Litzmann in Greifswalde.

Lehrbuch der Medicina forensis für Juristen.

Von Dr. Carl Bergmann, außerordentlichem Professor der Medicin an der Universität Göttingen. Mit 39 erläuternden Abbildungen in Holzstich. gr. 8. feines satinirtes Velinpap. geh. Preis 2 Thlr. 12 Sgr.

Die großen Schwierigkeiten und Mängel der gerichtlich-medicinischen Praxis fordern dringend dazu auf, neue Wege zu versuchen, um das Zusammenwirken des Rechtsgelehrten und des Arztes zu gemeinschaftlichen Zwecken zu erleichtern.

Der Verfasser dieser Schrift ging von der Ansicht aus, daß ein wichtiger Schritt in dieser Richtung geschehen könne, wenn dem Unterrichte der Juristen in verschiedenen Zweigen der Medicina forensis mehr Sorgfalt zugewendet würde. Der Jurist braucht bei weitem nicht alles das von der Medicina forensis zu wissen, was der Mediciner davon kennen soll, und was er wissen muß, kann er nicht auf dieselbe Weise lernen wie dieser, da ihm viele Vorkenntnisse fehlen. Deshalb scheint Trennung des Unterrichts nöthig. — Die vorliegende Schrift enthält zunächst die nothwendigen anatomisch-physiologischen Vorbegriffe, erläutert durch Holzschnitte. Daran knüpft sich dann die specielle Erörterung wichtiger Fragen der Medicina forensis, welche als Hauptzweck sich gesetzt hat: den Grad von Wahrscheinlichkeit möglichst genau zu bestimmen und anschaulich zu machen, mit welchem bald die gerichtliche medicinische Wissenschaft im Allgemeinen, bald, unter gegebenen individuellen Verhältnissen, ein Gerichtsarzt oder medicinisches Collegium die Fragen theils des Gesetzgebers, theils des Richters und Anwaldes beantworten können. Darauf beruht für den praktischen Juristen die Interpretation mancher Gesetze, die Art der Einleitung der Untersuchungen, der Fragestellung und für viele Fälle das Vertrauen oder Mißtrauen, mit welchem Gutachten aufzunehmen sind. Das Buch ist nicht nur dem Studirenden, sondern auch dem Selbstunterrichte bestimmt, als Grundlage, auf welche hin der praktische Jurist sich mit dem Arzte verständigen kann. Der letzte Zweck erschien dem Verfasser ganz besonders wichtig, weil so häufig das Gefühl des Bedürfnisses und damit der Trieb sich zu unterrichten, erst in Begleitung der Verlegenheiten des praktischen Lebens hervortritt.

Handbuch der rationellen Pathologie.

Von Dr. Henle, ordentl. Professor der Physiologie und Anatomie an der Universität zu Heidelberg. In zwei Bänden. Erster Band, Einleitung und allgemeiner Theil. gr. 8°. Fein Velinpap. geh. Preis: 2 Thlr.

Ueber eine

Ursache des Branntweingenusses,

als Anmerkung zu Liebig's Thierchemie, Seite 216 und 217, nebst Mitteln zur Beseitigung derselben, und gerichtlich-medicinische Beurtheilung der in der Trunkenheit verübten gesetzwidrigen Handlungen, von F. W. Boecker, Doctor der Medicin und Chirurgie, praktischem Arzte, Wundarzte und Geburtshelfer. gr. 8°. Fein Velinpap. geh. Preis 20 Sgr.

Ueber Gries, Gicht und Stein.

Zunächst eine Anwendung von Liebig's Thier-Chemie auf die Verhütung und Behandlung dieser Krankheiten. Von M. H. B. Jones. Deutsch bearbeitet und mit Noten von Dr. Hermann Hoffmann. gr. 8°. Fein Velinp. geh. 20 Sgr.

Lehrbuch der

Ingenieur- und Maschinen-Mechanik.

Ohne Anwendung des höheren Calculs für den Unterricht an technischen Lehranstalten sowie zum Gebrauche für Techniker bearbeitet von Julius Weisbach, Professor an der Königlich Sächsischen Bergakademie zu Freiberg. In zwei Theilen, jeder zu 5 — 6 Lieferungen. Mit gegen 1000 in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8°. geh. Satinirt. Velinpap. Preis jeder Lieferung 12 Sgr.

Mathematik und Naturlehre sind die Fundamente der Technik, und Mechanik insbesondere ist die Basis der Architectur und des Maschinenwesens. Die Mechanik des Ingenieurs muß, um ihrem Zweck zu entsprechen, praktisch sein, d. h. sie muß sich auf zuverlässige und genaue Beobachtungs-, Versuchs- und Erfahrungs-Resultate gründen und vorzüglich nur solche Erscheinungen, Gesetze, Verhältnisse und Combinationen berücksichtigen, welche im praktischen Leben, im Bau- und Maschinenwesen ihre Anwendung finden. So hat der Verfasser sich seine Aufgabe gestellt und es ist seine Absicht, im vorliegenden Lehrbuche, Lehrern und Studirenden der Mechanik und des Ingenieurwesens einen Leitfaden beim Unterrichte, und den praktischen Ingenieurs und Architekten ein Handbuch zum Nachschlagen und Selbststudium in die Hände zu geben. Es ist zugleich den gebildeten Meistern der Maschinenbauwerkstätten und Baugewerke bestimmt. Das Lehrbuch wird zwei Bände umfassen, von denen der erste das Theoretische der Mechanik, der zweite die specielle Anwendung auf das Bau- und Maschinenwesen giebt. Gegen 1000 vortrefflich in Holzschnitt ausgeführte in den Text eingedruckte Abbildungen werden viel zum leichteren Verständniß beitragen.

Der Führer des Maschinisten.

Anleitung zur Kenntniß, zur Wahl, zum Ankaufe, zur Aufstellung, Wartung, Instanderhaltung und Feuerung der Dampfkessel und Getriebe. Ein Hand- und Hülfsbuch für Heizer, Dampfmaschinenwärter, angehende Mechaniker, Fabrikherren und technische Behörden. Nach selbstständiger Erfahrung bearbeitet von E. F. Scholl, ausführendem Ingenieur. Mit 139 in den Text eingedruckten Holzschnitten. 8°. cart. Velinpap. 1 Thlr. 12 Sgr.

Dieses treffliche Buch, in strenger Wissenschaftlichkeit wurzelnd, aber für die entschiedenste Praxis bearbeitet, empfehlen wir dringend der Beachtung der Fabrikanten und Praktiker, für welche es zunächst bestimmt ist, eben so sehr aber den Lehrern an Gewerbeschulen ꝛc., um es den Schülern beim Unterrichte in der Dampfmaschinenlehre in die Hand zu geben. Der hier behandelte Gegenstand, die praktische oder angewandte Dampfmaschinenlehre, ist in dieser Art und Weise noch nie bearbeitet worden. Bei der sich stets steigernden Anzahl von Dampfmaschinen und Dampfkesseln, deren die deutsche Industrie für ihre weitere Entwickelung bedarf, ist ein Leitfaden, wie der vorstehende, von der erheblichsten Wichtigkeit. Seine gewissenhafte Benutzung von den Fabrikherren, Ingenieurs, Heizern und Schülern des Maschinenwesens kann große Summen durch Ersparung von Brennmaterial, durch richtige Wahl und Conservation von Dampfmaschinen, gewinnen machen. Sehr schöne Abbildungen erleichtern das Verständniß ungemein.

Pouillet-Müller's Lehrbuch der Physik und Meteorologie.

Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 1172 in den Text eingedruckten Holzschnitten. 2 Bände, jeder von 40 bis 50 Bogen gr. 8°. Gatinirtes Velinpap. geh. Subscriptionspreis: 6 Thlr. 20 Sgr.

Wenige Bücher haben schneller allgemeine Verbreitung gewonnen, als das vorstehend angezeigte; unmittelbar nach Vollendung der ersten Auflage ist eine zweite nöthig geworden. Diese, eine durchaus umgearbeitete, vielfach vermehrte und verbesserte, wird hiermit als ganz vollendet angezeigt und der Aufmerksamkeit des Publikums angelegentlich empfohlen.

So rasche und ehrende Anerkennung eines Werkes wird schon seine vollgültige Empfehlung begründen; es darf aber hinzugefügt werden, daß Müller's Lehrbuch der Physik auf den meisten deutschen Universitäten und höheren technischen Lehranstalten den Vorträgen zum Grunde gelegt oder den Zuhörern zum Nachstudium empfohlen wird, und daß es die lebhafteste Theilnahme und Anerkennung unter allen Denen gefunden hat, welchen das Selbststudium der Physik, als Hülfswissenschaft, unentbehrlich geworden ist. — Der Mediziner, der Chemiker, der Pharmaceut, der Techniker, der Agronom, der Forst-, Berg- und Hüttenmann, der Architekt ꝛc., kann der physikalischen Kenntnisse, jeder Gebildete im Allgemeinen kann ihrer nicht mehr entbehren.

Der Einfluß, ja die Macht, welche die Naturwissenschaften im Allgemeinen in unseren Tagen erlangt haben, die Unabweisbarkeit des Studiums der Physik im Besondern, stellt um so dringender das Bedürfniß heraus, daß diese Wissenschaft durch zweckmäßige Lehrbücher einem größeren Kreise möglichst zugängig gemacht werde; von diesem Standpunkte ging der Verfasser bei der Bearbeitung des Werkes aus und es gelang ihm, die Lehren der Physik in wahrhaft würdiger Weise populär und allgemein verständlich zu machen, ohne den streng wissenschaftlichen Anforderungen etwas zu vergeben. Die äußere Ausstattung ist eine solche, welche die Bestrebungen des Verfassers unterstützt; 1172 vortrefflich ausgeführte Holzstiche sind dem Texte eingedruckt und vermehren die Deutlichkeit und Verständlichkeit ungemein. — Der Subscriptionspreis ist für diese Ausstattung ein überaus billiger.

Grundriß der Physik und Meteorologie.

Für Lyceen, Gymnasien, Gewerbe- und Realschulen, so wie zum Selbstunterrichte, von Dr. Joh. Müller, Professor der Physik und Technologie an der Universität zu Freiburg im Breisgau. Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8. Fein Velinpap. geh. 2 Thlr.

Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik hat in zwei sich rasch folgenden Auflagen, für den Unterricht auf höheren Lehranstalten und für das tiefere Selbststudium, so ungetheilten Beifall, so weite Verbreitung gefunden, daß der Herr Verfasser von vielen Seiten angegangen wurde, einen kürzern Grundriß für den Gebrauch an Lyceen, Gymnasien, Gewerbe- und Realschulen, wie auch für den ersten Selbstunterricht, folgen zu lassen; dieser wird hiermit dem Publikum übergeben.

Bei der Bearbeitung ist der Verfasser dem Gange seines großen Lehrbuchs gefolgt und hat einen bedeutenden Theil der trefflichen Abbildungen desselben in den Grundriß hinübergenommen. Er ging von der Ansicht aus, daß die Grundgesetze der Wissenschaft auch in den Schulanstalten gründlich und klar vorgetragen werden müssen, daß hier zu große Abkürzung in der Darstellung nur nachtheilig wirken kann, wogegen dieser Unterricht nicht mit zu vielen Einzelnheiten und Entwickelungen überladen werden dürfe.

Wir empfehlen das Werk den Schulbehörden und Allen denen, welchen ein kurzer Ueberblick der Physik von Wichtigkeit ist; für ein tieferes mehr ins Einzelne gehendes Selbststudium muß auf das größere Lehrbuch verwiesen werden; aber der Grundriß wird auch in dieser Hinsicht jüngeren Pharmaceuten, Forstmännern, Landwirthen, Gewerbetreibenden ꝛc. genügen.

Grundzüge der Krystallographie.

Von Dr. Joh. Müller, Professor der Physik an der Universität zu Freiburg im Breisgau. Mit 123 in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8°. geh. Satin. Velinpap. 12 Sgr.

Die Kenntniß der Krystallographie ist bei dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft dem Chemiker so unentbehrlich als sie es dem Mineralogen ist. Ihr Verständniß zu erleichtern, sie einem größeren Kreise, namentlich den Chemikern, zugängiger zu machen, ist die Aufgabe dieses Werkchens, durch welches der Verfasser möglichste Klarheit in der Wissenschaft zu vermitteln bemüht gewesen ist.

Lehrbuch der Geologie und Petrefactenkunde.

Zum Gebrauche bei Vorlesungen und zum Selbstunterrichte. Theilweise nach Elie de Beaumont's Vorlesungen an der Ecôle des mines von Dr. C. Vogt. Mit zahlreichen Illustrationen in Holzstich. gr. 8. Feines satin. Velinpap. geh. In zwei Theilen, jeder Theil in zwei Lieferungen. Preis der Lieferung 1 Thlr. 4 Sgr.

Die Geologie ist, wie die Physik und Chemie, eine Wissenschaft des Tages geworden; sie hat einen weiten Kreis von Freunden gewonnen. Die Rinde des Planeten, welchen wir bewohnen, bietet einerseits so viele Schätze für die Industrie, andererseits so reiche Belehrung für den denkenden Menschen, daß jeder Gebildete sich bestreben muß, die Grundzüge einer Wissenschaft kennen zu lernen, welche, wie die Geologie, sich mit der Bildung und Entstehung unserer Erde beschäftigt.

Die Bearbeitung des oben genannten Lehrbuches durch ausgezeichnete wissenschaftliche Kräfte, die reiche Ausstattung durch zahlreiche und vortrefflich ausgeführte Holzstiche, und der verhältnißmäßig sehr billige Preis, werden ihm sicherlich eine große Zahl von Freunden unter den Praktikern — den Berg- und Hüttenmännern, — den Studirenden und Freunden der Wissenschaft im Allgemeinen, zuführen.

Geologische Beobachtungen

über die vulkanischen Erscheinungen und Bildungen in Unter- und Mittelitalien. Von Dr. H. Abich. Ersten Bandes Erste Lieferung. Ueber die Natur und den Zusammenhang der vulkanischen Bildungen. Nebst 3 Karten und 2 lithograph. Tafeln. gr. 4°. Fein Velinpap. mit einem Kupferatlas in Royal-Folio. geh. 2 Thlr. 16 Sgr.

Das Buch der Natur.

Die Lehren der Physik, Chemie, Mineralogie, Geologie, Physiologie, Botanik und Zoologie umfassend. Allen Freunden der Naturwissenschaft, insbesondere den Gymnasien, Real- und höheren Bürgerschulen gewidmet von Dr. Friedrich Schödler, Lehrer der Naturwissenschaften am Gymnasium zu Worms, früher Assistenten am chemischen Laboratorium zu Gießen. Mit 281 in den Text eingedruckten Holzstichen. Ein starker Band in groß Median, auf feinem satinirten Velinpapier, geheftet. Preis 1 Thlr. 8 Sgr. Auf 12 Exemplare ein Freiexemplar.

Dieses ausgezeichnete Buch soll den Lehranstalten und dem Selbstunterrichte Gebildeter, das unserer Zeit und unserer Bildungsrichtung unentbehrliche Studium der Naturwissenschaften vermitteln helfen. Die Art und Weise der Behandlung des Gegenstandes, die Ausstattung des Buches durch zahlreiche und treffliche Abbildungen, so wie ein sehr niedriger Preis, werden diese Tendenz wesentlich erleichtern. Der Verleger darf die Hoffnung hegen, daß das »Buch der Natur« in weiten Kreisen die Beachtung finden werde, welche es verdient.

Die Chemie

als geistig bildendes Moment für den Unterricht in Gymnasien. Eine Rede. Von Dr. F. Schödler, Lehrer der Naturwissenschaften am Gymnasium zu Worms. 8. Velinpap. Preis 4 Sgr.

Heilmuth's Volks-Naturlehre.

Eilfte sehr vermehrte Auflage. Nach dem Tode des Verfassers zum vierten Male bearbeitet von J. G. Fischer. Auch unter dem Titel: Elementar-Naturlehre für Lehrer an Seminarien und gehobenen Volksschulen, wie auch zum Schul- und Selbstunterrichte methodisch bearbeitet. 30¼ Bogen Druck-Velinpapier. Mit 258 in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8°. geh. 1 Thlr.

Nach weniger als Jahresfrist ist eine abermalige neue Auflage — die 11te — dieses verbreiteten Schulbuches nöthig geworden, die sich wiederum der bedeutendsten Verbesserungen und Erweiterungen zu erfreuen hat. Die trefflich ausgeführten Holzschnitte, welche ein so schönes Mittel zur leichteren Verständlichkeit schwieriger Materien für den Schüler bieten, sind auf die Zahl von 258 erhöhet; dennoch ist der Preis der alte geblieben und, wie bisher, wird jede gute Buchhandlung — von welcher auch ausführliche Prospecte gratis bezogen werden können — auf 12 Exemplare ein Frei-Exemplar gewähren.

Naturgeschichtliches Lesebuch für Schule und Haus,

oder anschauliche, leicht faßliche Belehrungen über die vornehmsten Gegenstände aus dem Thier-, Pflanzen- und Mineralreiche, von J. G. Fischer, Lehrer am Schullehrer-Seminar zu Neuzelle und der naturforschenden Gesellschaft zu Görlitz Ehren-Mitgliede. Mit 66 in den Text eingedruckten Holzschnitten. 8. Velinp. geh. 16 Sgr.

Die Philosophie des Lebens der Natur,

gegenüber den bisherigen speculativen Naturphilosophien. Allen wissenschaftlich Gebildeten gewidmet und mit einem Vorworte an das philosophische Publikum begleitet. Von H. Vogel. gr. 8°. Velinp. geh. 1 Thlr. 12 Sgr.

Während es in unserer Zeit von allen unbefangenen Denkern anerkannt worden ist, daß unsere bisherigen Philosophen eine befriedigende Lösung der ihrer Beantwortung anheim gegebenen großen Fragen eben so wenig durch ihre idealen Speculationen und dialektischen Denkbewegungen herbeizuführen vermochten, als durch die Aufstellung eines schalen Empirismus, welcher die Natur nur als eine todte, von immanenten oder transcendenten Kräften bewegte Masse betrachtete, haben uns unsere Forscher im Gebiete der inductiven Wissenschaften, namentlich in den Feldern der Chemie, Physik, Naturgeschichte, Astronomie und Physiologie, so überraschende Entdeckungen geliefert, daß es nur noch einer philosophischen Zusammenstellung dieser Entdeckungen theils unter sich, theils mit einer unbefangenen Psychologie bedarf, um nicht nur die inductive Methode, als die durch sich selbst sich aussprechende allein richtige Methode zur Erforschung der so lange fort vergeblich gesuchten Wahrheit zu erkennen, sondern auch jetzt schon die Hinstellung von Ergebnissen dieser Methode möglich zu machen, welche sowohl in tellurischer und kosmischer, als auch in psychischer und namentlich in sittlicher, ästhetischer und religiöser Beziehung auf einfachem, natürlichem und jedem Gebildeten zugänglichem Wege eine Wahrheit enthüllen, wie sie, wenn sie auch zur Zeit noch als eine perfektible erscheint, dennoch keine der bisherigen Philosophien zu enthüllen vermochte.

Der Verfasser der vorstehenden Schrift hat es sich zur Aufgabe gemacht, auf diesem inductiven Wege, — auf welchem sich die Naturwissenschaften als die Grundlage alles unseres Wissens und somit als ein unabweisbares Bedürfniß unserer Zeit herausstellen, — nicht nur eine Reform der bisherigen philosophischen Denkbewegungen und eine Gestaltung der bis jetzt nur einer gelehrten Kaste zugänglichen Philosophie zu einer allgemein verständlichen Volksphilosophie zu begründen, sondern auch dem sichtlichen Streben unserer jetzigen Naturforscher nach einer mehr philosophischen Methode für die Behandlung der inductiven Wissenschaften unter Abstreifung aller naturphilosophischen Träumereien entgegen zu kommen.

Wir glauben daher nicht nur das philosophische und naturwissenschaftliche Publikum, sondern auch alle wissenschaftlich Gebildeten, angelegentlichst auf diese Schrift aufmerksam machen zu dürfen.

Neues

vollständiges grammatisches Wörterbuch

der

Englischen und der Deutschen Sprache.

Von

Dr. F. W. Thieme.

In zwei Theilen. Zweite Ausgabe.

51½ Bogen 8°. Fein Velinpap. geh. Preis 2 Thlr.

In engl. Halb-Marokko Band elegant gebunden 2⅓ Thlr.

Zu keiner Zeit hat das Studium der neuen Sprachen, namentlich der englischen, eine höhere Bedeutung erlangt, als in der unserigen; die Völker und ihre Literatur sind sich so nahe getreten, daß die Männer der Wissenschaft, wie die des Handels und der Industrie, ja alle Gebildete, ihrer Kenntniß nicht mehr entbehren können. Damit steigt auch die Bedeutung wirklich guter und praktischer Wörterbücher, und ein solches, in einer so eigenthümlichen Vollendung, als es bisher bei gleichem Umfange noch nicht vorhanden war, bieten wir hiermit dem Publikum. Es ist nicht allein von hohem Wort-Reichthum in beiden Sprachen, alle neueren Ausdrucksweisen und technischen Bezeichnungen umfassend, sondern der eigenthümliche Plan ist mit einem so praktischen Takte durchgeführt, daß es für den täglichen Gebrauch andere Wörterbücher gleichen Umfanges weit hinter sich läßt. Was es aber vor jedem andern, selbst den größten und umfangreichsten, auszeichnet, ist die Berücksichtigung aller Unregelmäßigkeiten, aller grammatischen Eigenheiten beider Sprachen, wodurch es für den Deutschen wie für den Engländer unendlich bequem und gebrauchstüchtig wird. Wir verweisen auf den ausführlichen Prospectus, der in allen Buchhandlungen zu finden und dem Werke vorgedruckt ist. Dieses selbst erschien so eben, nach Jahresfrist, in zweiter Auflage, und auch das mag für seinen Werth und rasche Anerkennung sprechen.

Braunschweig. **PROSPECTUS.** *Mai* 1846.

Das

Buch der Natur,

die

Lehren der Physik, Chemie, Mineralogie, Geologie, Physiologie, Botanik und Zoologie

umfassend.

Allen Freunden der Naturwissenschaft, insbesondere den Gymnasien, Real- und höheren Bürgerschulen

gewidmet

von

Dr. Friedrich Schödler,

Lehrer der Naturwissenschaften am Gymnasium zu Worms, früher Assistenten am chemischen Laboratorium zu Gießen.

Mit 281 in den Text eingedruckten Holzstichen.

Ein starker Band in gros Median, auf feinem satinirten Velinpapier, geheftet.
Preis 1 Thlr. 8 Sgr.
Auf 12 Exemplare ein Freiexemplar.

Braunschweig, Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

Die Naturwissenschaften sind in unserer Zeit ein wesentliches Element der Bildung geworden. Sie sind dies nicht allein durch die Nothwendigkeit, womit Diejenigen auf sie angewiesen sind, welche deren Hülfe unmittelbar zu ihrem gelehrten Fache, zu ihrer Kunst oder ihrem Gewerbe bedürfen, — sondern die Naturwissenschaften sind auch unentbehrlich für Alle, welche die Entwickelung des Geistes aus der Fülle aller Welterscheinungen ableiten und dieselbe nicht abhängig machen von der einseitigen Ausbildung einzelner Richtungen oder Fähigkeiten des Geistes. Der Dichter, der Philosoph, der Künstler, der Geistliche und der Erzieher, sie bedürfen ebenso wohl richtiger, allgemeiner Naturanschauung, als der Mediciner, Forstmann, Fabrikant oder Landbauer noch besondere, auf einzelne Zwecke gerichtete Kenntnisse der Natur nöthig haben.

Deswegen darf der naturwissenschaftliche Unterricht in keiner unserer Unterrichtsanstalten fehlen, gleichgültig, welcher auch ihr Name sei, aber in jeder wird er die dem Zwecke der Anstalt angemessene Weise annehmen müssen.

Als wesentliches Hülfsmittel hierfür ist in den Gymnasien oder in solchen Schulen, die nicht die Aufgabe haben, die Naturwissenschaften als besondere Fächer zu behandeln, ein Lehrbuch anzusehen, wie es, nach dem Bestreben des Verfassers das Buch der Natur sein soll. Dieses giebt eine

Gesammtdarstellung aller Zweige der Naturwissenschaft, bei welcher von einer wissenschaftlichen Grundlage ausgegangen, jedoch die möglichste Einfachheit und Klarheit im Vortrage und die Vermeidung aller Einzelheiten versucht wird, die der Lehrer oder das eigene Nachdenken des Lesers, oder eines der empfohlenen größeren Lehrbücher ergänzend hinzufügen kann. Daß alle diese Fächer von einer Hand bearbeitet sind, soll den Vortheil einer gleichartigen, von Widersprüchen, verschiedenen Ansichten und ungleichen Bezeichnungs- und Ausdrucksweisen freien Behandlung gewähren, die störend sich fühlbar machen, wenn man kleinere Abrisse naturwissenschaftlicher Zweige verschiedener Verfasser zur Hand nimmt. Auch war es dadurch möglich, bei einer reichlichen Ausstattung des Werkes mit sehr wohl ausgeführten Holzstichen, einen Preis zu vereinigen, der jedenfalls um Vieles geringer ausfällt, als wenn der Schüler genöthigt ist, mehrere kleinere Lehrbücher anzukaufen.

In dem botanischen und zoologischen Theile wird namentlich darauf Werth gelegt, daß der Leser die Erscheinung und das Leben der Pflanzen und des Thieres im Allgemeinen verstehen lernt, und zur Kenntniß der einzelnen Pflanzen und Thiere ist die systematische Uebersicht derselben mit hinreichenden Andeutungen gegeben.

Aber auch für ein zahlreiches, den Schulen nicht mehr angehörendes Publikum möchte der Verfasser gearbeitet haben, nämlich für Diejenigen, welche zu einer Zeit unter Verhältnissen ihre Ausbildung erhielten, wo die Naturwissenschaften nicht in dem Maaße als Gegenstand des Unterrichts aufgenommen waren, wie es das Bedürfniß jetzt erfordert. Möchten diese die Behandlung ansprechend genug finden und ein allgemeines, für die Naturwissenschaften geweckte Interesse die Anstrengungen des Verlegers lohnen, die hinsichtlich der äußeren Ausstattung Alles aufboten, um die ernste Wissenschaft in gefällige Form zu kleiden.

Der Verleger darf diesen Zeilen des Verfassers als die vollgültigste Urkunde vom Werthe des Buches nachstehende Worte des Freiherrn von Liebig hinzufügen:

»Unter den für den Unterricht in Schulen bestimmten Lehrbü»chern der Naturwissenschaften sind diejenigen ganz besonders selten, »die von Autoren verfaßt sind, welche die einzelnen Zweige derselben »nicht bloß theoretisch, sondern auch praktisch kennen, und welche gerade »hierdurch befähigt sind, mit sicherer Hand das vor Allem Wichtige »und Wissenswerthe von dem minder Wichtigen zu scheiden. In die»ser Beziehung darf sich das Buch der Natur den besten an die »Seite stellen; ganz abgesehen davon, daß es durch die reiche Ausstat»tung von Seiten des Verlegers zu einem der schönsten und zweckmä»ßigsten Werke gemacht worden ist, welche die Litteratur für diese »Zwecke besitzt.«

Gießen, im Mai 1846.

Dr. Justus von Liebig.

Braunschweig. PROSPECTUS. *Mai* 1846.

Die

Schule der Chemie,

oder

Erster Unterricht in der Chemie,
versinnlicht durch

einfache Experimente.

Zum

Schulgebrauch und zur Selbstbelehrung,
insbesondere für

angehende Apotheker, Landwirthe, Gewerbtreibende ꝛc.

Von

Dr. J. A. Stoeckhardt,
Professor an der Königl. Gewerbschule zu Chemnitz und Königl. Sächsischem Apothekenrevisor.

Mit vielen in den Text eingedruckten Holzschnitten.

8°. geh. Velinp. Erste Abtheilung: Die unorganische Chemie. 1⅓ Thlr.

Experimente, Figuren, Exempel seien beim Unterricht der Text, in dessen Interpretation der Schüler zu eigener Gewandtheit und Fertigkeit gelangen soll.

Liebig.

Braunschweig, Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

Mit lebhaftem Interesse erinnert der Verfasser des vorstehenden Werkchens sich noch an die Zeit, wo er als angehender Apotheker einst unter alten Büchern den Parkes'schen chemischen Katechismus und Hagen's Experimental-Chemie antraf. Durch diese beiden Werke wurde ihm die bis dahin ziemlich unverständliche Chemie plötzlich zur liebsten Freundin, zur interessantesten Wissenschaft. Die darin angegebenen Experimente, die sich meistens auf die einfachste Weise, in gewöhnlichen Medicingläsern, mit Hülfe einiger Glasröhren und einer einfachen Weingeistlampe anstellen ließen, sie waren es, welche die Dämmerung bald in helles Morgenlicht, das dunkle Muthmaßen in klare Anschauung verwandelten.

Jedem Anfänger muß in ähnlicher Weise die Chemie unverständlich, ihr Studium trocken und ungenießbar erscheinen, wenn der Unterricht darin nicht durch Versuche unterstützt und erläutert wird; denn wie soll er sich einen deutlichen Begriff von der Verwandtschaft, von chemischen Verbindungen und Zersetzungen u. s. w. machen, wenn er nicht vorher die Erscheinungen gesehen hat, aus denen allein er sich diese Begriffe entwickeln kann? Was das Auge sieht, das glaubt das Herz, dieser alte Spruch paßt, wie für alle empirischen Wissenschaften, so auch ganz vorzugsweise für die Chemie. So leicht es nun ist, die chemischen Versuche so zu vereinfachen, daß sie ohne complicirte und kostspielige Apparate angestellt werden können, so hat der Unterzeichnete, insbesondere in seiner Thätigkeit als Apothekenrevisor, doch

oft die Wahrnehmung gemacht, daß die Anstellung solcher Versuche nicht nur von Laien, sondern auch von Männern, die mit der Chemie näher bekannt waren, als eine schwierige und umständliche Sache angesehen wurde. Diese Wahrnehmung hat ihn bewogen, den Unterrichtsgang, nach dem er seit 8 Jahren Chemie lehrt und in welchem das Experiment die Hauptsache bildet, als einen Versuch der Oeffentlichkeit zu übergeben. Dabei wurden folgende Gesichtspunkte festgehalten:

1) *Die Experimente müssen einfach und gefahrlos sein*, damit der Anfänger in den Stand gesetzt werde, sie nach der gegebenen Beschreibung anzustellen und zu wiederholen. Eine einfache Weingeistlampe, ein blecherner Dreifuß, ein Retortenhalter, ein Löthrohr, ein Platinblech und einige Kochfläschchen, Probirgläschen, Porzellanschälchen und Glasröhren, das ist im Wesentlichen der ganze nur einige Thaler kostende chemische Apparat, mit dessen Hülfe sich alle in diesem Werke beschriebenen Versuche — ihre Zahl dürfte sich auf 400 bis 500 belaufen — ausführen lassen. Zu weiterer Versinnlichung dienen gegen 200 Holzschnitte aus dem in dieser Beziehung unübertrefflichen Attelier der Verlagshandlung.

2) *Die Experimente müssen die Basis, das Fachwerk bilden für die Theorie.* Der Anfänger soll daran beobachten, reflectiren, urtheilen lernen, er soll aus ihnen die allgemeinen chemischen Beziehungen und Wahrheiten selbst entwickeln, selbst nacherfinden und sich auf diese Weise mit der manuellen Fertigkeit zugleich ein geistiges Eigenthum durch eigene Thätigkeit erwerben. Jeder Versuch, jede dabei beobachtete Thatsache wird ihm dann ein Sieg sein, der zu neuen aufmuntert. Das Experiment ist aus diesem Grunde immer vorangestellt worden; die Erklärungen, Begriffsbestimmungen, Folgerungen u. s. w. mag der Schüler erst dann nachlesen, wenn die Erscheinungen durch das Experiment ihm zu bekannten Größen geworden sind.

3) *Die Experimente müssen vorzüglich mit bekannten Körpern angestellt werden und bekannte Erscheinungen erklären.* Bei der Unzahl von chemischen Elementen und Verbindungen ist es unerläßlich, eine Sonderung der minder wichtigen von den wichtigeren eintreten zu lassen und dem Anfänger nur die letzteren ausführlich darzubieten. Es ist ihm jedenfalls das Zuwenig gesünder, als das Zuviel. *Chemisch lesen zu lehren*, daß ist die eigentliche Aufgabe dieses Werkchens, und dazu reicht es hin, wenn nur die wichtigsten chemischen Körper, d. h. diejenigen, welche entweder im gewöhnlichen Lebensverkehr häufig vorkommen, oder aber vorzugsweise zur Begründung wissenschaftlicher Sätze geeignet erscheinen, dem Schüler bekannt werden. Ist er nur mit diesen recht innig vertraut, so kann er chemisch lesen, und es wird ihm nun nicht schwer werden, aus anderen Lehrbüchern, deren wir gerade in Deutschland so viele und zum Theil so vorzügliche haben, weitere Belehrungen zu schöpfen.

4) *Die Experimente müssen in natürlicher Reihefolge vom Bekannten zum Unbekannten aufsteigen.* Wenn der Verfasser dem Ausspruche Baco's: »Daß in einer Wissenschaft nicht viel mehr geleistet werde, wenn man anfange, sie systematisch zu behandeln,« auch nicht unbedingt beipflichten möchte, so steht er doch nicht an, ihn mit der vollsten Ueberzeugung zu unterschreiben, wenn man ihn auf den Elementarunterricht und zwar speciell auf den naturwissenschaftlichen bezieht. Die überraschenden Resultate, welche durch die Jacotot'sche und neuerdings durch die Robertson'sche Methode des Sprachunterrichts erlangt worden sind, sie verdienen

gewiß in hohem Grade auch die Aufmerksamkeit der Lehrer der Naturwissenschaften. Cum grano salis auf den naturwissenschaftlichen Lehrstoff angewendet, dürften die Principien dieser naturgemäßen und anregenden Methode sicher zu erfreulicheren Ergebnissen führen, als die übliche starr-systematische sogenannte wissenschaftliche Behandlung, bei der der Anfänger, statt freudig von der Anschauung zum Begriff, vom Begriff zur Idee emporzuklimmen, oft nur seufzend unter dem todten Ballast von aufgestapelten Notizen und Namen seine Straße zieht. In diesem Werkchen ist die jetzt herrschende Anordnung und Eintheilung des chemischen Unterrichtsstoffes zwar im Allgemeinen festgehalten worden, bei der Ausführung im Einzelnen dagegen hat der Verfasser nie Anstand genommen, von dem systematischen Gange in allen Fällen abzuweichen, wo durch diese Abweichung dem Auffassungsvermögen des Anfängers eine Erleichterung geboten werden konnte. Einige Beispiele werden näher bezeichnen, wie dies geschehen. Bei dem Abschnitt Kalium bildet die Holzasche den Ausgangspunkt für alle in diese Gruppe gehörenden Erscheinungen und Experimente. Versuch 1. Ausziehen der Holzasche mit Wasser, Gewinnung von Pottasche; Trennung löslicher Stoffe von unlöslichen. Versuch 2. Reinigung der Pottasche; Trennung leicht-löslicher Stoffe von schwer-löslichen. Versuch 3. Wasseranziehende Kraft der Pottasche. Versuch 4. Pottasche löst farbige und fettige Stoffe auf. Versuch 5. Bestandtheile der Pottasche. Versuch 6. Entfernung der Kohlensäure von der Pottasche: Kali. Versuch 7. Affinität des Kali's zu Wasser und Kohlensäure. Versuch 8. Kali wirkt ätzend. Versuch 9. Kali bildet mit Fetten Seife. Versuch 10. Kali bildet mit Kieselerde Glas. Versuch 11. Kali ist eine starke Basis. Versuch 12. Entfernung des Sauerstoffs vom Kali: Kalium ꝛc. In ähnlicher Weise beginnen in der Abtheilung Natrium die Versuche mit der bekanntesten Natriumverbindung, dem Kochsalze, darauf folgt die Umwandlung desselben in Glaubersalz, weiter die Verwandlung dieses Salzes in Schwefelnatrium, die Umwandlung des Schwefelnatriums durch Kreide in Schwefelcalcium und kohlensaures Natron, die des kohlensauren Natrons in Aetznatron und endlich in Natrium. Es entsteht hierbei also die natürliche Stufenleiter: Kochsalz, Glaubersalz, Schwefelnatrium, Soda, Aetznatron, Natrium ꝛc. Das Einrangiren der zu einer Gruppe gehörigen Individuen in systematische Reihen und Glieder soll von dem Schüler selbst vorgenommen werden und zwar erst dann, wenn er die persönliche Bekanntschaft der ersteren bereits gemacht hat. Ein Rückblick am Schluß jeder Gruppe enthält eine Zusammenstellung der in derselben vorgekommenen theoretischen Lehrsätze. Die zum Studium der Chemie unentbehrlichen physikalischen Grundlehren gehen der Betrachtung des Wassers, der Luft und der Kohle voran. Daß von ihnen insbesondere die, welche auf das chemische Experimentiren Einfluß haben, einer ausführlicheren Erörterung unterlagen, wird kaum einer Entschuldigung bedürfen.

In Bezug auf die Form der Darstellung ist zu erwähnen, daß der Verfasser nur dem einen Ziele nachgestrebt hat: die streng wissenschaftliche chemische Sprache in's Populäre zu übersetzen, d. h. faßlich zu schreiben, damit Jeder, der Lust hat, die Chemie näher kennen zu lernen, insbesondere auch der Landwirth und Gewerbtreibende, sich auch ohne Lehrer so weit ausbilden könne, um andere chemische Schriften zu verstehen. Sollte er in diesem Bestreben hier und da zu weit gegangen sein oder vielleicht dem alten bewährten »iter breve per exempla« eine zu große Berücksichtigung geschenkt haben,

so glaubt er doch, im Hinblick auf die große Schwierigkeit, die rechte Mittelstraße zu halten, auf einen milden Richterspruch hoffen zu dürfen.

Die Chemie ist, abgesehen von ihrer Nützlichkeit, die Niemand bestreiten wird, eine so schöne Wissenschaft: sie macht uns erst recht heimisch in unserer allernächsten Nähe, sie giebt uns den Schlüssel zu den allergewöhnlichsten Naturerscheinungen, zu den zahllosen Veränderungen, die ohne Unterbrechung um uns her vor sich gehen, sie zeigt auch im Kleinsten das Walten einer ewigen Ordnung und Weisheit, sie bildet das Beobachtungsvermögen und den Scharfblick so des Auges wie des Geistes. Und doch wird sie immer noch nicht als ein allgemeines Bildungsmittel anerkannt, noch in keinem Gymnasium, in keinem Seminar gelehrt! Eine Wissenschaft, die uns Aufschluß giebt über die gewöhnlichsten Erscheinungen in der Natur, sollte nicht jedem nach Bildung strebenden Menschen von hohem Interesse sein? eine Wissenschaft, die uns zeigt, daß auch im Kleinsten eine ewige Weisheit, Ordnung und Gesetzmäßigkeit herrscht, sollte nicht auch einen wohlthätigen Einfluß auf das moralische Gefühl des Menschen ausüben? eine Wissenschaft, welche das Beobachtungs- und Urtheilsvermögen des Menschen schärft, sollte nicht auch um des pädagogischen Nutzens willen, als formales Bildungsmittel, Eingang in höheren Bildungsanstalten verdienen? Kann ein Geistlicher, ein Schulmann, überhaupt ein Gebildeter, unwissend bleiben in den gemeinsten Wahrheiten, die in wenigen Jahrzehnden Eigenthum wenn auch nicht aller, doch sehr vieler Landleute sein werden? Die Befürchtung, daß durch die Aufnahme der Chemie unter die Unterrichtsgegenstände für Gymnasien und Seminarien den übrigen Disciplinen zu viel Zeit entzogen werde, wird kaum als eine erhebliche anzusehen sein, da ein halbjähriger Cursus von wöchentlich nur 2 Stunden einem umsichtigen Lehrer schon genügen würde, um den Zöglingen der obersten Klasse die Grundwahrheiten der Chemie zum klaren Bewußtsein zu bringen. Eben so unbegründet ist die zweite in gewissen Kreisen stereotyp gewordene Beschuldigung, daß die Chemie zu nützlich sei und den Materialismus befördere. Zu leugnen ist es allerdings nicht, daß der chemische Unterricht, gerade so wie der Unterricht in Sprachen, Geographie, Mathematik ꝛc. in der Hand eines geistlosen Lehrers zum fleischlosen Skelett, zur tönenden Schelle werden kann, der Vorwurf trifft nur dann nicht die Wissenschaft, sondern den ungeschickten Priester derselben. So lange man es einer Pflanze nicht als Tadel anrechnet, wenn sie nebst einer duftigen Blüthe zugleich eine erquickende Frucht trägt, so lange wird auch die Chemie nicht darüber zu erröthen brauchen, daß sie nicht nur ein Culturmittel für unseren Geist, sondern auch ein Beförderungsmittel unserer materiellen Wohlfahrt ist.

Zur innigsten Freude sollte es dem Verfasser gereichen, wenn es diesen Blättern gelänge, der Chemie auch in den eben angedeuteten Kreisen neue Freunde zuzuführen.

Die zweite Abtheilung dieses Büchleins, die organische Chemie, erscheint bestimmt bis zum Juli d. J.

Chemnitz, im Mai 1846.

J. A. Stoeckhardt.

Das ganze Werkchen wird zwei Abtheilungen umfassen, von denen die erste, die unorganische Chemie, erschienen ist und die zweite, die organische Chemie, welche etwa halb so stark als die erste sein wird, bestimmt bis zum Juli d. J. erscheint. Der Preis beider Abtheilungen wird etwa 2 Thlr. sein.

Braunschweig, im Mai 1846.

Friedrich Vieweg und Sohn.

Grundriß
der
Physik und Meteorologie.

Für
Lyceen, Gymnasien, Gewerbe- und Realschulen,
so wie zum
Selbstunterrichte.

Von
Dr. Joh. Müller,
Professor der Physik und Technologie an der Universität zu Freiburg im Breisgau.

Mit 641 in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Braunschweig, Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

Erst in neueren Zeiten hat man angefangen, in Gymnasien und Gewerbschulen dem Unterrichte der Naturwissenschaften diejenige Aufmerksamkeit zu widmen, welche sowohl die ideale als auch die praktische Bedeutsamkeit derselben fordern. Dadurch erklärt es sich denn auch, daß im Vergleich zu anderen Disciplinen so wenige brauchbare Lehrbücher der Naturlehre für die erwähnten Lehranstalten existiren.

Dies ist der Hauptgrund, welcher mich veranlaßte, mehrfachen an mich ergangenen Aufforderungen zur Herausgabe eines »Grundrisses der Naturlehre für Lyceen, Gymnasien, Gewerbe- und Realschulen«, so wie zum Selbstunterrichte, Folge zu leisten.

Bei der Bearbeitung dieses »Grundrisses« habe ich mein größeres Lehrbuch der Physik (Lehrbuch der Physik und Meteorologie von Dr. J. Müller, als zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage der Bearbeitung von Pouillet's Lehrbuch der Physik, Braunschweig, bei Fr. Vieweg und Sohn 1845) zu Grunde gelegt und auch die trefflichen Holzschnitte, mit denen die Verlagshandlung jenes Werk so reichlich ausgestattet hat, sind zum Theil für dieses Buch verwendet worden.

Für den Elementarunterricht in der Naturlehre ist die größte Klarheit und Uebersichtlichkeit das wesentlichste Bedürfniß, und dies zu befriedigen, war bei Abfassung dieses Buches meine erste Sorge. Dieses Ziel aber läßt sich nach meiner Ueberzeugung nur dadurch erreichen, daß man nicht zu viel Material anhäuft, die Fundamentalerscheinungen und die Grundgesetze aber mit genügender Ausführlichkeit behandelt.

Durch eine solche Behandlungsweise des Stoffes suchte ich diesen Grundriß nicht allein dem Bedürfniß der genannten Lehranstalten anzupassen, sondern es auch so einzurichten, daß es jüngeren Pharmaceuten, Forstmännern, Landwirthen, Gewerbtreibenden als ein Buch für den ersten Selbstunterricht genügen könne.

Aller Unterricht in Naturwissenschaften muß wesentlich auf Anschauung

gegründet seyn; nicht alle Lehranstalten sind aber im Besitz eines vollständigen physikalischen Kabinets, deshalb aber sind möglichst deutliche und gute Abbildungen in Lehrbüchern um so wichtiger, weil dadurch den aus der Unvollständigkeit der Apparate entspringenden Nachtheilen einigermaßen abgeholfen werden kann; durch gute Abbildungen werden aber auch die Lehrer solcher Anstalten in den Stand gesetzt, sich entweder selbst manche Apparate mit wenig Kosten zusammenzusetzen oder von Schreinern, Drehern u. s. w. anfertigen zu lassen, welche sie sonst nur von entfernteren Mechanikern und zu höheren Preisen erhalten könnten. Jedenfalls wird die Bestellung und Anschaffung von Apparaten dadurch sehr erleichtert. Die Verlagshandlung hat in dieser Beziehung für die Ausstattung des Buches alles mögliche gethan und dadurch gewiß diesem »Grundrisse« einen großen Vorzug gesichert.

Freiburg im Breisgau im Mai 1846.

Dr. J. Müller.

Mit Bezugnahme auf die vorstehenden Worte des Herrn Verfassers bemerken die Verleger, daß sie den Preis des Buchs so niedrig stellten, als es die zahlreichen Abbildungen irgend gestatteten. Er beträgt 2 Thlr. und ist jede Buchhandlung in den Stand gesetzt, Lehranstalten auf 12 Exemplare ein Frei-Exemplar zu bewilligen.

Für das Studium der Naturwissenschaften empfehlen sie folgende wichtige Werke ihres Verlags:

Müller-Pouillet, Lehrbuch der Physik und Meteorologie. In 2 Bänden. Zweite verbesserte und sehr vermehrte Auflage. Mit 1172 in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8°. Fein Velinpap. geh. 6 Thlr. 20 Sgr.

Müller, Prof. Dr. Joh., Grundzüge der Krystallographie. Mit 123 in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8°. geh. Satin. Velinpap. 12 Sgr.

Otto-Graham, Lehrbuch der Chemie. Erster und zweiter Band, die anorganische Chemie enthaltend. Zweite umgearbeitete und sehr vermehrte Auflage. Ersten Bandes erste bis fünfte und zweiten Bandes erste bis neunte Lieferung. gr. 8°. Satinirtes Velinpap. geh. Preis jeder Lieferung 12 Sgr.

Fischer, G. J., Naturgeschichtliches Lesebuch für Schule und Haus. Mit 67 in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8°. Fein Velinpap. geh. 16 Sgr.

Vogt, Dr. C., Lehrbuch der Geologie und Petrefactenkunde. In 2 Bänden. Jeder Band in 2 Lieferungen. Mit zahlreichen Illustrationen in Holzstich. gr. 8°. Feines satin. Velinpap. geh. Preis jeder Lieferung 1 Thlr. 4 Sgr.

Valentin, Prof. Dr. G., Grundriß der Physiologie des Menschen. Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8°. Fein Velinpap. geh. 2⅓ Thlr.

Schlömlich, Prof. Dr. Fr., Das Buch der Natur. Die Lehren der Physik, Chemie, Mineralogie, Geologie, Physiologie, Botanik und Zoologie umfassend. Mit 281 in den Text eingedruckten Holzschnitten. Ein starker Band in groß Median auf feinem satin. Velinpap. geh. 1 Thlr. 8 Sgr.

Stöckhardt, Prof. Dr. J. A., Die Schule der Chemie, oder erster Unterricht in der Chemie, versinnlicht durch einfache Experimente. Mit vielen in den Text eingedruckten Holzschnitten. 8°. geh. Velinpap. Erste Abtheilung. Die unorganische Chemie. 1 Thlr. 4 Sgr.

Knapp, Prof. Dr. F., Lehrbuch der chemischen Technologie. Erste bis siebente Lieferung. gr. 8°. Fein Velinpap. geh. Preis jeder Lieferung 10 Sgr.

Hellmuth, Volks-Naturlehre. Nach dem Tode des Verfassers zum vierten Male bearbeitet von J. G. Fischer. Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8°. geh. 1 Thlr.

Weisbach, Prof. J., Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik. In 2 Theilen, jeder von 5 — 6 Lieferungen. Mit gegen 1000 in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8°. geh. Satinirt. Velinpap. à Lieferung 12 Sgr.

Friedrich Vieweg und Sohn.

Braunschweig. *Januar* 1845.

PROSPECTUS.

Geschichte der Chemie.

Von

Dr. Hermann Kopp,

außerordentlichem Professor der Physik und Chemie an der Universität Gießen.

Ausgabe in Lieferungen.

Braunschweig, Verlag, Druck und Papier von Friedrich Vieweg und Sohn.

Wenige Fächer der wissenschaftlichen Forschung haben eine so spärliche Bearbeitung gefunden, als die Geschichte der Chemie; für Deutschland namentlich liegt eine Zwischenzeit von beinahe 40 Jahren seit dem Erscheinen dahin einschlagender Werke und der Gegenwart.

Seit mehreren Jahren mit diesem Gegenstand beschäftigt, muß ich jetzt, wo die Vorarbeiten beendigt sind, ein großer Theil des Werks, dem sie zum Grunde liegen, ausgearbeitet ist und der I. Theil des Werks dem Publikum vollendet vorliegt, mich über Plan und Tendenz meiner Arbeit aussprechen.

Der Plan, nach welchem allein mir die historische Darstellung der Chemie gelingen zu können scheint, weicht beträchtlich von dem ab, welchen fast alle bisherigen Bearbeiter dieses Gegenstandes befolgt haben. Diese wollten alle Leistungen aller Chemiker, so gut es geht, in Einer Reihenfolge, in chronologischer Ordnung, anführen. Ein Werk der Art, wenn es auf Vollständigkeit Anspruch machen will, kann nur ein Chaos unzusammenhängender Entdeckungen enthalten; es kann unmöglich einen Ueberblick über die Entwicklung der gesammten Chemie geben.

Und doch ist es so leicht, zu einer deutlichen Vorstellung darüber zu gelangen, sobald man nur die leitenden Ideen der verschiedenen Zeiten fest im Auge behält. Seit mehr als tausend Jahren setzt sich die Chemie allgemeine Aufgaben und hat sie demgemäß Theorien; die theoretischen Ansichten stehen von dieser Zeit an in ununterbrochenem und nothwendigem Zusammenhang; die Arbeiten der Chemiker von dieser Zeit an werden stets von der herrschenden Tendenz bedingt; sie lassen sich leicht unter allgemeine Uebersichten bringen.

Aber der Zusammenhang der herrschenden Ideen, ihr Einfluß auf die Arbeiten und Entdeckungen der Chemiker, läßt sich nur erkennen, wenn man die Tendenz, aus welcher eine Entdeckung hervorging, von dem Resultat der

letzteren zu unterscheiden weiß; wenn man die chemischen Leistungen weniger hinsichtlich des Stoffs, den sie behandeln, als vielmehr in Beziehung auf die Richtung, aus der sie hervorgingen, betrachtet.

Von diesem Gesichtspunkt aufgefaßt, stellt sich die allgemeine Geschichte der Chemie in einem ununterbrochenen, leicht übersehbaren Zusammenhang dar.

Man kann andererseits die Bestrebungen der Chemiker hauptsächlich in Beziehung auf die einzelnen Ansichten, welche sie aus ihren Beobachtungen folgerten, auf die positiven Kenntnisse, welche sie über einzelne Stoffe verbreiteten, betrachten. Aber die Aufschlüsse, welche man hierüber erhält, dürfen nicht hin und wieder zerstreut mitgetheilt werden. Nur wenn man die Geschichte jeder Lehre, jedes Stoffs in Einem Zusammenhang zu geben sucht, gewinnt die specielle Geschichte der Chemie ihr volles Interesse. Nur in diesem Fall auch ist der Geschichtschreiber selbst sicher, nichts ausgelassen zu haben, was zur Erkenntniß eines einzelnen Gegenstandes wesentlich beitrug.

Eine Geschichte der Chemie, welche über die Entwicklung unserer heutigen Kenntnisse im Ganzen wie im Einzelnen eine klare Vorstellung geben will, muß das reiche Material, was vorliegt, in beiden Beziehungen durcharbeiten.

Der Plan, welcher meiner Bearbeitung der Geschichte der Chemie zu Grunde liegt, ist demnach folgender.

Im I. Theile gebe ich die allgemeine Geschichte der Chemie; ihre genetische Darstellung steht im engen Zusammenhang mit der Culturgeschichte überhaupt, und lehnt sich an diese vielfach an. Um die Entwicklung der Chemie anschaulich zu machen, sind die leitenden Ansichten, der Zweck der Chemie, wie er in den verschiedenen Zeiten aufgefaßt wird, und die Art, wie man ihn zu erreichen suchte, vorzüglich hervorzuheben. Dazu dient die Eintheilung in Zeitalter, wobei es auf die scharfe Charakterisirung jedes derselben, und auf die Nachweisung ihres ursächlichen Zusammenhangs unter einander vorzüglich ankommt. Zum Beleg und zur nähern Ausführung der Charakteristik werden die vorzüglichsten Chemiker jedes Zeitalters ausführlicher geschildert.

Die Geschichte der wissenschaftlichen Chemie schließt die der Alchemie nur theilweise in sich. Die specielle Geschichte der Alchemie gebe ich deßhalb gesondert, wobei ich auf Einzelnheiten der alchemistischen Bestrebungen ausführlicher eingehen kann.

Der II. Theil enthält die Geschichte der einzelnen Zweige der Chemie (z. B. der pharmaceutischen, technologischen, mineralogischen, analytischen Chemie u. s. w.) und die Geschichte der theoretischen Lehren (wie z. B. Elemente — chemische Verbindung — Verwandtschaft — Gas — Salz — u. s. w.) in selbstständigen Artikeln; im III. und IV. Theil gebe ich die specielle Geschichte aller einzelnen Substanzen (z. B. Sauerstoff — Schwefelsäure — Quecksilbersublimat — u. s. w.) der unorganischen Chemie, mit besonderer Berücksichtigung der pharmaceutisch oder technologisch interessanteren Gegenstände, so wie einen vollständigen Ueberblick über die Geschichte der organischen Chemie im Ganzen, und die Geschichte der ihr angehörigen Substanzen ebenso auch einzeln ausgeführt.

Im II. bis IV. Theil wird das Leben und eine kurze Charakteristik der Chemiker, welche in dem I. Theile nicht aufgenommen sind, anmerkungsweise angeführt. Vollständige alphabetische Register werden mit dem IV. Bande ausgegeben.

Jeder einzelne Theil bildet ein selbstständiges Ganze, welches die Geschichte seines Gegenstandes bis zu unserer Epoche heraufführt.

In dem Vorhergehenden ist die Vertheilung des Inhalts angedeutet; ich muß noch die Grenzen angeben, innerhalb welcher die historischen Forschungen in dieser Geschichte aufgenommen sind. Die eine Grenze reicht so weit hinauf, als sich die historische Kenntniß überhaupt erstreckt; die andere ist die Gegenwart. Aber keineswegs sollen alle Arbeiten der Gegenwart hier aufgeführt werden, denn die Geschichte der Chemie soll nicht zugleich ein Lehrbuch sein. Jedes Lehrbuch aber ist für den Zustand der Chemie zu der Zeit seiner Abfassung ein historisches Denkmal. Ich will in der Geschichte der Chemie die allmälige Erkenntniß jedes einzelnen Gegenstandes bis zu dem Zeitpunkt schildern, von wo an unsere neueren Lehrbücher sie enthalten; wie das Lehrbuch angiebt, was wir jetzt über die einzelnen Gegenstände wissen, so soll die Geschichte angeben, was man früher darüber gewußt und wie unsere heutige Erkenntniß sich nach und nach entwickelt hat; die Geschichte der Chemie soll so eine Ergänzung für jedes neuere Lehrbuch sein. Je näher uns also die Zeit liegt, wo noch die Ansichten über gewisse Theile der Wissenschaft beträchtliche Veränderungen erlitten, um so weiter ist für diese die Geschichte heraufzuführen. Bei der organischen Chemie ist z. B. die Geschichte für die letzten Jahre noch specieller zu behandeln, als bei vielen Gegenständen der unorganischen Chemie.

Von Literatur habe ich nur beigefügt, was zur Charakteristik dient und was Hauptquellen betrifft. Vollständig sie zu geben, hätte das Volum zu unverhältnißmäßig vermehrt, und wäre für den Chemiker nicht einmal von Nutzen. Man darf nicht vergessen, daß die Chemie keine historische Wissenschaft ist; in ihr ersetzen sich alle Leistungen stets durch neue. Was der Chemiker von Literatur berücksichtigt, findet er überdies auch in anderen Büchern (L. Gmelin's vortrefflichem Handbuch z. B.) so vollständig, als er es nur immer braucht. Das Anhäufen von Citaten, die nur Büchertitel und Jahrszahlen bieten, und überdies oft einer sehr unzugänglichen Literatur angehören, hielt ich sonach nicht für rathsam; dagegen glaube ich für die specielle Geschichte der Chemie eine richtige Schilderung der Ansichten früherer Zeit dadurch um so mehr zu erreichen, daß ich hier oft die bloße Relation durch Mittheilung von Originalstellen ersetze.

Die Geschichte der Chemie behandelt einen Gegenstand, der in weiterem Kreise als nur für den Chemiker vom Fach interessant erscheint. Zu untersuchen, wie sich die allgemeinen geistigen Bewegungen in einer einzelnen Wissenschaft spiegeln und Fortschritte in der einzelnen Wissenschaft wieder auf die Gesammtintelligenz zurückwirken, den geistigen Einfluß, welchen ein Volk auf das andere ausübt, zu verfolgen — ist für Jeden, den Culturgeschichte interessirt, von Wichtigkeit. — Die innige Verschmelzung, welche die Chemie zu verschiedenen Zeiten mit der Aufstellung philosophischer Ansichten, sodann namentlich

mit der Medicin erfuhr, läßt ihre Geſchichte nicht gleichgültig ſein für die, welche ſich mit dieſen anderen Fächern beſchäftigen. Die Erweiterung endlich, welche die Chemie der Phyſik, Mineralogie, Pharmacie, Technologie u. ſ. w. verdankt und wieder reich vergolten hat, kennen zu lernen, muß Allen von Wichtigkeit ſein, welche an dieſen letzteren Wiſſenſchaften Antheil nehmen. Nicht leichter kann man ſich über das Ineinandergreifen der einzelnen Wiſſenſchaften, über das richtige Verhältniß, in welchem ſie zu einander ſtehen, beſſer belehren, nicht leicht auf ſichereren Grund hin ein richtiges Urtheil über die Beſtrebungen der Gegenwart und die oft ſich ſo ſchroff entgegenſtehenden Meinungen erwerben, als durch das Studium der Geſchichte einer Wiſſenſchaft, welche in Beziehung auf die Verſchiedenartigkeit der Aufgaben, die ſie ſich ſetzte, der Einflüſſe, die auf ſie einwirkten, ihres Anſehens als Hülfswiſſenſchaft endlich, vor den meiſten anderen Naturwiſſenſchaften ſich auszeichnet. Größern Nutzen aber bringt uns noch dies Studium, und dies war das Ziel, welches dem Verfaſſer bei der Bearbeitung ſeines Gegenſtandes hauptſächlich vorſchwebte: nicht allein die Erwerbung poſitiver hiſtoriſcher Kenntniſſe zu veranlaſſen und zu fördern, ſondern auch den wiſſenſchaftlichen Sinn zu wecken und zu heben, welcher die Entdeckungen Einzelner nur als Beitrag zur Ausbildung des Geſammtorganismus der Wiſſenſchaft, die Erweiterung in der Erkenntniß der einzelnen Disciplin nur als ein Zeichen für die Entwicklung der Geſammtintelligenz anſehen läßt.

Hermann Kopp.

Mit dem Verlage dieſes Werkes beehrt, haben wir dem vorſtehenden Proſpectus nur hinzuzufügen, daß die »Geſchichte der Chemie von Prof. Dr. Hermann Kopp,« welche eine weſentliche Ergänzung jedes neuern Lehrbuches der Chemie bildet, in vier Bänden erſcheinen wird, von welchen die erſten beiden bereits ausgegeben ſind. Der dritte Band ſoll zu Oſtern und der vierte zu Michaelis des nächſten Jahres folgen. Jeder Band wird mit dem Bildniß eines berühmten Chemikers geziert ſein und ſoll dem erſten das von Lavoiſier, dem zweiten das von Berzelius, dem dritten das von Humphry Davy und dem vierten das von Liebig beigegeben werden. Der Preis eines jeden Bandes iſt 2½ Thlr.

Um einem, von vielen Seiten ausgeſprochenen Wunſche zu genügen, werden wir von »Kopp's Geſchichte der Chemie« neben der Ausgabe in Bänden auch eine Ausgabe in Lieferungen veranſtalten, um dadurch die Anſchaffung dieſes wichtigen Werkes zu erleichtern.

Jeder Band wird in drei monatlichen Lieferungen, jede Lieferung zum Preiſe von ⅚ Thlr. ausgegeben werden, immer jedoch erſt dann, nachdem der betreffende Band bereits vollſtändig erſchienen ſein wird.

Druck und Papier ſind dieſem Proſpectus gleich.

Braunſchweig, im Januar 1845.

Friedrich Vieweg und Sohn.

Braunschweig. **PROSPECTUS.** *December* 1845.

Im Verlage von Friedrich Vieweg und Sohn ist erschienen:

Lehrbuch
der
Physik und Meteorologie
von

Dr. Joh. Müller,
Professor der Physik und Technologie an der Universität zu Freiburg im Breisgau.

Als
zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage
der Bearbeitung
von
Pouillet's Lehrbuch der Physik.

Mit gegen 1200 in den Text eingedruckten Holzschnitten.

2 Bände, zusammen 84 Bogen, groß Octav. Feines Velinpapier.
Subscriptionspreis 6 Thlr. 20 Sgr.

Die Naturwissenschaften sind in unseren Tagen wahrhaft eine Macht geworden; durch die erweiterte Einsicht, welche der menschliche Geist in das Wesen der Natur erlangt hat, üben sie nicht allein auf den materiellen Wohlstand, sondern auch auf die geistige Entwickelung der Völker einen gewaltigen Einfluß aus, und gerade dieser Einfluß der Naturwissenschaften ist es, wodurch sich unsere Zeit so wesentlich von früheren Jahrhunderten unterscheidet.

Wenn wir sehen, wie weit der menschliche Geist schon in der Erkenntniß der Naturgesetze vorgedrungen ist, wie er allmälig gelernt hat, die rohen Kräfte der Natur zu beherrschen und sie seinen Zwecken dienstbar zu machen, so können wir nicht umhin, die Kraft dieses Geistes zu bewundern; in Ueberschätzung kann aber diese Bewunderung der Macht menschlichen Geistes bei dem wahren Naturforscher nicht ausarten, denn die richtige Erkenntniß der Methode der inductiven Wissenschaften zeigt uns zu deutlich die Gränze, über welche hinaus wir weder durch Beobachtung, noch durch Schlüsse das absolut Wahre finden, wo die Hypothese an die Stelle der Gewißheit tritt.

In dieser Beziehung hat das Studium der Naturwissenschaften eine philosophische Bedeutung. Nur durch die Fortschritte der Naturwissenschaften, durch die Ausbildung der inductiven Methode sind die Träumereien der naturphilosophischen Schule in ihrer Nichtigkeit hingestellt worden.

Ohne Kenntniß der Naturwissenschaften kann man keine richtige Vorstellung von dem Zustande der geistigen Kultur unserer Tage haben, so wenig man einen Begriff von der Entwickelung der Industrie und Agricultur haben kann, wenn man nicht im Stande ist, den Einfluß zu würdigen, welchen die Naturwissenschaften auf diese mächtigen Factoren des Nationalwohlstandes ausüben.

Was hier von den Naturwissenschaften im Allgemeinen gesagt wurde, gilt auch von der Physik im Besondern. Für alle Zweige menschlicher Forschung ist die Physik eine unentbehrliche Hülfswissenschaft: der Mediciner, der Chemiker, der Pharmaceut, der Techniker, der Agronom und Forstmann u. s. w. kann physikalische Kenntnisse nicht mehr entbehren; bei der geistigen und materiellen Bedeutung der Naturwissenschaften dürfen die Grundzüge der Physik aber auch keinem Gebildeten überhaupt mehr fremd sein.

Durch das vielseitige Interesse, welches die Physik darbietet, ist es ein dringendes Bedürfniß, daß diese Wissenschaft durch zweckmäßige Lehrbücher einem größeren Kreise möglichst zugänglich gemacht werde. Dies war der Gesichtspunkt, welchen ich bei der deutschen Bearbeitung von Pouillet's Lehrbuch der Physik stets im Auge hatte. Die lebhafte Theilnahme, welche das Publikum diesem Werke schenkte, durch welche schon vor der Vollendung der ersten eine zweite Auflage nöthig wurde, darf ich wohl als einen Beweis ansehen, daß mir die Lösung der Aufgabe, die Grundlehren der Physik möglichst populär zu entwickeln, ohne die Forderungen einer wissenschaftlichen Darstellung hintanzusetzen, nicht ganz mißglückt ist.

Daß sich mathematische Betrachtungen nicht ganz vermeiden lassen, liegt in der Natur der Sache; ich habe jedoch alle Entwickelungen so durchzuführen mich bestrebt, daß nur ganz elementare mathematische Kenntnisse zu ihrem Verständnisse nöthig sind.

Meine Bearbeitung des Pouillet'schen Lehrbuches der Physik war eine ganz freie; ich hatte zwar die Anordnung des Originals beibehalten, die einzelnen Abschnitte aber meistens ganz selbstständig bearbeitet. Meine Darstellungsweise hatte sich des Beifalls sachkundiger Gelehrter zu erfreuen, ja von mehreren Seiten wurde der Wunsch ausgesprochen, ich möchte bei einer neuen Auflage auch die Anordnung des Originals verlassen, gegen welche mehrfache Einwendungen erhoben wurden; namentlich hat man es gerügt, daß die Lehre von der Wärme in zwei Abschnitte zerfällt, zwischen welchen die Lehre von dem Magnetismus, der Elektricität, der Akustik und dem Lichte eingeschaltet ist.

Diese Theilung führt allerdings mehrere Uebelstände mit sich, und ich habe deshalb die Anordnung in der Weise umgeändert, daß nach dem mechanischen Theile der Naturlehre sogleich die Wellenlehre und auf diese die Akustik, welche in der neuen Auflage eine totale Umarbeitung erfahren hat, und die Lehre vom Lichte folgt, welche den ersten Band schließt.

Der zweite Band enthält die Lehre vom Magnetismus, der Electricität, der Wärme und die Meteorologie.

Wohlwollende und sachkundige Beurtheiler meines Werkes haben mich auf mehrere Mängel der ersten Auflage aufmerksam gemacht, deren Verbesserung der neuen Auflage ebenfalls bedeutende Vorzüge sichert.

Da man demnach in der neuen Auflage nur sehr wenig dem französischen Werke Angehöriges finden wird, da ich das Buch vielmehr ganz als mein Eigenthum betrachten muß, so glaubte ich mir auch eine entsprechende Veränderung des Titels erlauben zu dürfen.

Die günstige Aufnahme, welche das Werk erfahren hat, glaube ich großentheils auch der trefflichen Ausstattung verdanken zu müssen, welche die Verlagshandlung demselben zu Theil werden ließ. Durch die musterhafte Ausführung der Holzschnitte finde ich mich in dem Bestreben faßlicher anschaulicher Darstellung sehr bedeutend unterstützt.

Freiburg, im December 1845. Dr. J. Müller.

Braunschweig. **PROSPECTUS.** *Januar* 1844.

Lehrbuch
der
chemischen Technologie,
zum
Unterricht und Selbststudium
bearbeitet
von
Dr. F. Knapp,
außerordentl. Professor der Technologie und Chemie an der Universität zu Gießen.

Ein Band von 50—60 Bogen auf feinem Velinpapier, mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzstichen, in Lieferungen von 5—6 oder in Doppellieferungen von 10—12 Bogen. Preis der Lieferung 10 Sgr. = 45 Xr. Rheinl.

Braunschweig, Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

Unter den übrigen Wissenschaften die jüngstgeborne, ist die Technologie kaum vor 70 Jahren zu einer solchen gestempelt worden, um schon im Lauf des gegenwärtigen Jahrhunderts durch einen in der Geschichte des Wissens unerhörten Aufschwung nach Umfang und Tiefe zu ihrer gegenwärtigen Bedeutung zu reifen. Dem Denkenden wird es leicht sein, die doppelte Ursache dieses mehr als tropischen Wachsthums zu erkennen. Es ist zunächst die Stellung des Gewerbsmanns zu den übrigen Ständen, welche ihm die Verwirklichung derjenigen Ideen erkämpft hat, als deren Träger die neuere Staatengeschichte erscheint; es ist aber ebenso sehr das großartige Gedeihen der Naturwissenschaften, welche das gewerbliche Wissen in ihrer raschen Entwicklung unaufhaltsam mit sich fortgerissen hat. Seitdem man die Technologie als dasjenige aufgefaßt hat, was sie ist und sein soll, als die auf ihre naturwissenschaftliche Grundlage zurückgeführte Erkenntniß des Gewerbewesens, seitdem ist das Band zwischen Naturkunde und Industrie unauflöslich geknüpft. Neben der beschreibenden Naturwissenschaft sind aber vor allen und vorzugsweise Chemie, Physik und Mechanik die eigentliche Theorie des Gewerbewesens, insofern sie die Erscheinungen und Gesetze erforschen, auf welche die gewerbliche Praxis gegründet ist. Die Riesenfortschritte dieser Wissenschaften werden nach Tagen, nicht mehr nach Jahren gezählt, und jede Entdeckung des Physikers, jede Beobachtung des Chemikers ist die Gründung einer neuen, oder doch Aufklärung eines vorhandenen Industriezweiges. Die Galvanoplastik, die galvanische Vergoldung, die neuesten Untersuchungen über den Hohofenprozeß, die Fabrikation des Bleiweißes, das Färben der Bijouterien, durch Bunsen, Mulder, Berthier ꝛc., stehen als schlagende Beispiele unserer Tage da. —

Was in dieser Beziehung die Wissenschaft Hohes und Wichtiges geforscht, was die Praxis Treffliches geleistet, ist in einer ausgebreiteten Literatur niedergelegt, deren Umfang bei weitem die Kräfte Desjenigen überschreitet, dem sie nicht ausschließlich Beruf ist. Dem Jünger oder Laien die Wissenschaft nach ihrem wahren Kern zu erschließen, dies ist die Aufgabe der Lehrbücher, unter welchen das in der Aufschrift bezeichnete Werk bestimmt ist, eine Stelle einzunehmen.

Die folgenden Andeutungen mögen genügen, den Plan und die Ausführung desselben nach ihren Hauptumrissen wiederzugeben.

Gründlichkeit des Studiums, so wie Verschiedenartigkeit des ohnehin unermeßlichen Stoffes haben zu einer Trennung der Gesammt-Technologie in ihre mecha-

nischen und chemischen Elemente die Veranlassung gegeben. In so hohem Grade auch eine solche Trennung an und für sich fördert, die Uebersicht erleichtert und schädliche Zersplitterung der Kräfte verhindert, so führt doch eine absolute Durchführung derselben, ohnehin so gut wie unausführbar, zu einer Zerrissenheit der Darstellung, welche alle Einheit und allen Erfolg vernichten muß. In diesem Sinn glaubt sich der Verfasser vollkommen gerechtfertigt, wenn er in der »Chemischen Technologie« nur die Aufgabe erkennt, die vorzugsweise auf chemischen Grundsätzen beruhenden Gewerbe darzustellen und auf diese Grundsätze zurückzuführen. Eingedenk der schönsten Seite seiner Wissenschaft, ihrer innigen Verkettung mit dem bürgerlichen und staatlichen Leben, worin sie so tiefe Wurzeln geschlagen, hat sich der Verfasser ferner die schwierige Aufgabe gestellt, in der Abfassung populär, d. h. klar, ohne »gelehrt«, oder — ohne unwissenschaftlich zu erscheinen — jedem verständlich zu sein, dem die Elemente der Naturkunde zu Gebote stehen. Der Verfasser kann sich das Geständniß nicht versagen, daß ihm Anerkennung gerade in diesem Bestreben zur höchsten Genugthuung gereichen würde. — Endlich hat es derselbe für wichtig gehalten, um das Bild der einzelnen gewerblichen Betriebe möglichst lebensgetreu wiederzugeben, nicht — wozu die Mehrzahl ähnlicher Werke hinneigt — das Gewerbewesen als bloße Anwendung der Wissenschaft zu behandeln, sondern die gegebene Schilderung nur auf ihre wissenschaftliche Basis zurückzuführen. Den Zwecken des Publikums gemäß gebührt einer »chemischen Technologie« entschieden der Vorrang vor einer bloßen »technischen Chemie«. Darum hat bei der Behandlung des Stoffes und der Darstellung den Verfasser der doppelte Grundsatz geleitet: keinem Stoffe, dem ein wahrer logischer Zusammenhang seiner Theile eigentlich abgeht, ein System aufzuzwingen, was seiner innern Natur fremd ist; noch auch Dinge weitläufig erklären zu wollen, zu deren Verständniß gesunde Vernunft hinreicht. Solche Rücksichten, sowie die eigene Erfahrung des Verfassers im Selbststudium und Vortrag, haben ihn bestimmt, die Gewerbe gewissermaßen nach ihrer natürlichen Verwandtschaft in Gruppen zusammenzustellen. Die untenstehende Inhaltsübersicht giebt ohne weitere Erklärung zu erkennen, welche Grundsätze bei Aufstellung dieser Gruppen die leitenden waren. Sonach ist das vorliegende Werk nach dem technologischen Sprachgebrauch in dem, was den Gang betrifft, eine specielle, übrigens aber in der Behandlung rationelle Technologie.

Die Erscheinung dieses Lehrbuchs ist ohne Zwang durch die Armuth der Literatur an Werken von ähnlichem Gesichtspunkt gerechtfertigt, ein Mangel, welcher bei dem großen Umfang des Materials um so fühlbarer wird. Die monströse Ausdehnung der gesammten Technologie macht eine schwierige, die ganze Fähigkeit des Lehrers in Anspruch nehmende Sonderung des außerwesentlichen Details von dem wesentlichen Inhalt, sowie möglichst compacte Darstellung unerläßlich. Der mechanische Theil der Technologie ist aber bereits durch ausgezeichnete Männer des Fachs zu solchem Zweck bearbeitet worden: die Werke von Rüst und insbesondere von Karmarsch sind von anerkannter Vortrefflichkeit. Der chemischen Technologie aber fehlt es bis jetzt an ähnlichen Werken. Schubarth's technische Chemie, das vortrefflichste seiner Art, für den Lehrer ein schätzbares Magazin des reichsten Materials, ist dem Lernenden durch seine Anordnung, seinen Ueberfluß an Detail und Ausdehnung (hohen Preis) nur in großer Beschränkung zugänglich. Hermstädt's und anderer Meister Werke sind nicht mehr auf dem Höhenpunkte der Zeit. Poppe's specielle Technologie, auf eine Zeit berechnet, wo es schon als Verdienst gelten mußte, zu technischen Studien überhaupt anzuregen, ist bei ihrer empirischen Abfassung mit dem jetzigen Stande der Naturwissenschaft im Widerspruch. Die neueren Lehrbücher von Specz und Köhler sind kleinere Abrisse, welche mehr der chemischen als technologischen Literatur angehören.

Der Leserkreis, den das Werk nach Umfang und Einrichtung berührt, umfaßt — neben denjenigen, welchen die Technologie nur Gegenstand des rein intellectuellen Interesses ist — im weitesten Sinne alle, die auf diese Wissenschaft durch ihren Beruf hingewiesen sind. Es werden also zunächst die strebsameren Gewerbsmänner, Fabrikanten, rationellen Landwirthe, die Architecten, Hütten- und Forstleute über ihre und die angrenzenden Fächer Belehrung finden. Vor allen mag es dem Bedürfnisse des Pharmaceuten entsprechen, dessen hohe naturwissenschaftliche Ausbildung ihn von selbst zum natürlichen Rathgeber der Gewerbetreibenden macht, um so mehr, als gerade er in der

Mehrzahl der Fälle in diesen Fächern der einzig wissenschaftlich Gebildete seines Ortes ist.

Der Verfasser hat ferner sein besonderes Augenmerk auf die akademische Ausbildung der künftigen Staatsmänner und Staatsbeamten gerichtet, um denselben ein Hülfsmittel an die Hand zu geben, welches sie in den Stand setzt, sich in eine Sphäre — in welche sie gesetzgebend oder verwaltend einzugreifen bestimmt sind — diejenige Einsicht zu verschaffen, welche das fragliche Interesse so dringend erheischt. Die gegenwärtige hohe Bedeutung der Industrie erfassend, hat der Staat beinahe allenthalben die Kenntniß des Gewerbewesens den angehenden Staatsdienern dieser Fächer zur strengen Bedingung ihres Fortkommens gemacht; Hoch- und Gewerbschulen sind mit Lehrstühlen der technischen Wissenschaften und Lehrapparaten zu gleichem Zwecke ausgerüstet worden, und es möge hier vergönnt sein die Hoffnung auszusprechen, daß, bei den vielseitigen Anforderungen an die Studirenden der Art, das Werk vermöge seiner concisen Darstellung und der Anstrengungen des Verlegers weder Zeit noch Mittel über Gebühr in Anspruch nimmt.

Der bezeichnete Gang, die gewissenhafte Entwickelung der wissenschaftlichen Grundsätze, so wie die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Abbildungen sind indessen nicht allein auf das Studium des Practikers, des angehenden Staatsdieners und des Pharmaceuten gerichtet, sondern auch ausdrücklich darauf berechnet, den Lehrern technischer Anstalten (für jüngere Schüler) gleichsam als Commentar für die (empirisch behandelten) Leitfäden zu dienen, welche sich in den Händen der Zöglinge befinden.

Was die Ausstattung der Abbildungen ꝛc. betrifft, so hat die Verlagshandlung sich auch bei diesem Werke der mühevollen und kostspieligen Ausstattung durch eingedruckte Holzschnitte mit bekanntem ausgezeichnetem Erfolge unterzogen und die Zwecke desselben dadurch auf's kräftigste gefördert; eine fast unübersteigliche Schwierigkeit für den Verfasser, der auf der einen Seite den Wunsch hatte, das Buch durch wohlfeilen Preis auch den wenig Bemittelten zugängig zu machen und zugleich die Nothwendigkeit, das Verständniß des Textes durch zahlreiche und passende, mit Umsicht gewählte und mit Gewissenhaftigkeit und Kunstfertigkeit ausgeführte Abbildungen zu sichern, konnte nur durch diese Bereitwilligkeit des Verlegers beseitigt werden. Mit besonderer Aufmerksamkeit hat sich der Verfasser der Wahl der Originalien gewidmet, welche zum Theil aus den Quellenwerken, zum Theil aber auch aus unmittelbarer Aufnahme entsprungen sind. —

Endlich glaubt der Verfasser aufs Bestimmteste aussprechen zu müssen, daß die rasche und regelmäßig fortschreitende Erscheinung des Buches gesichert ist.

Gießen, Januar 1844.

Dr. F. Knapp.

Uebersicht des Inhaltes.

Erste Gruppe. Verbrennungsproceß. A. Die Heizung. 1) Brennmaterialien: Holz. Torf. Braunkohle. Steinkohle. Verkohlung des Holzes, des Torfes, der Braunkohle, der Steinkohle. Holzessig. Theer. Ruß. — 2) Heizapparate: Luftheizung. Oefen. Wasserheizung. Dampfheizung. — B. Beleuchtung. 1) Leuchtmaterial: Theer. Talg. Stearin. Oele. Raffiniren. Wachs. Wallrath. Steinkohlen. Harz. — 2) Beleuchtungsapparate: Gasbeleuchtung. Lampen. Kerzen. — 3) Feuerzeuge: Schwefel-, Phosphor-, Chlorf. Kali-Zündhölzer, Döbereiner's Zündmaschine.

Zweite Gruppe. Technik der Alkalien und Erden. A. Alkalien und ihre Verwendung. Asche. Potasche. — Varec, Kelp. Künstl. Soda. Schwefel. Schwefelsäure. Kochsalz. Salzsäure. — Alkalimetrie. — Salpeter. Schießpulver. Seife. Glas. Borax. — B. Erden und ihre Verwendung. Kalk. Luftmörtel. Hydraul. Mörtel. Gyps. Alaun und Eisenvitriol. Porzellain. Steingut. Fayence. Töpferwaare. Gebrannte Steine ꝛc. ꝛc.

Dritte Gruppe. Bekleidung. A. Die Gerberei. 1) Rothgerberei: Saffian. Juften. Chagrin. — 2) Weißgerberei: Ungarisch und Erlanger Leder. — 3) Sämischgerberei (Leimsieden). — B. Zubereitung der Pflanzenfaser und Thierfaser. 1) Natur der Faser: Hanf. Flachs. Baumwolle. Wolle. Seide. — 2) Das Bleichen: Sonnenbleiche. Chlorbleiche. Bleichkalk. Chlorometrie. Braunstein. Schwefeln (Waschen, Dampfwaschen). — 3) Das Färben: a. Blaufärben. Indig. Pastel. Waid. Berlinerblau. Blutlaugensalz. b. Rothfärben: Krapp. Cochenille. Kermes. Gummilack. Orseille. Safflor. Fernambuck. c. Gelbfärben: Wau. Ginstern. Quercitron. Curcuma. Gelbbeeren. Rauskin. Chromf. Bixi. d. Braunfärben: Nußschaalen. Sumach. Catechu. e. Gemischte Farben: Braun. Schwarz. Grün. — 4) Farbendruck (Kattun): Mordant. Reservagen. Tafelfarben. Lazis. Aetzfarben. Dampffarben. Gelgasdruck. Bandanos. — 5) Wasserdichte Zeuge: Wachstuch. Macintoshes. — 6) Papierfabrication.

Vierte Gruppe. Nahrungsmittel. 1) Getreide. Kleber. Stärkemehl. Arrow-root. Cassava. Sago. Mehlbereitung (Mühlen). Brodbacken. — 2) Zuckerfabrikation: Rohrzucker. Rübenzucker. Stärkezucker. Honig. — 3) Geistige Getränke: Bierbrauen. Weine. Branntweinbrennerei. Essigfabrikation. — 4) Bereitung des Haushaltes: Milch. Butter. Käse. Milchzucker. Reinigung des Trinkwassers. Conservation der Speisen. Einmachen. Einsalzen. Räuchern. Thee. Kaffee. Chocolade (Tabak).

Fünfte Gruppe. Metallurgie. A. Darstellung der Metalle: Eisen. Roheisen. Stabeisen. Stahl. Kupfer. Kupfervitriol. Zink. Zinn. Giftmehl. Arsenige Säure. Blei. Glätte. Mennige. Massikot. Bleizucker. Wismuth. Antimon. Quecksilber. Amalgam. Zinnober. Zündhütchen. Silber. Gold. Platin. — B. Legierungen der Metalle. Messing. Bronze. Glockengut. Kanonengut. Gong-gong. Tombac. Semilor. Argentan. Nickel. Weißblech. Verzinkung. Münzwesen. Proben. Bijouterie. Färben. Vergoldung. Versilberung. Beryllinirung. Löthen. Leichtflüssige Gemenge. Lettern. Kupferstich. Stahlstich. Zinkstich. Galvanoplastik. Daguerreotyp.

Sechste Gruppe. Farben und Firnisse. 1) Farben: Ultramarin. Schüttgelb. Oker. Grünspan. Schweinfurter Grün. Mussivgold. Bleiweiß. Kasselergelb. Neapelgelb. Wismuthweiß. Goldpurpur. Lackfarben. — 2) Firnisse: Oelfirniß. Harzfirniß. Bernstein. Copal. Schellack. Damar. Terpenthin. Bernstein.

Der Verleger hat dem Vorstehenden hinzuzufügen, daß er eifrig bemüht gewesen ist, den Absichten des Herrn Verfassers durch die Art und Weise der typographischen Ausstattung des Buches, so wie durch einen thunlichst billigen Preis in die Hand zu arbeiten. Die sehr zahlreichen und vortrefflich ausgeführten Abbildungen dürften jeder Anforderung genügen und sind sicher geeignet, das Verständniß im hohen Grade zu fördern.

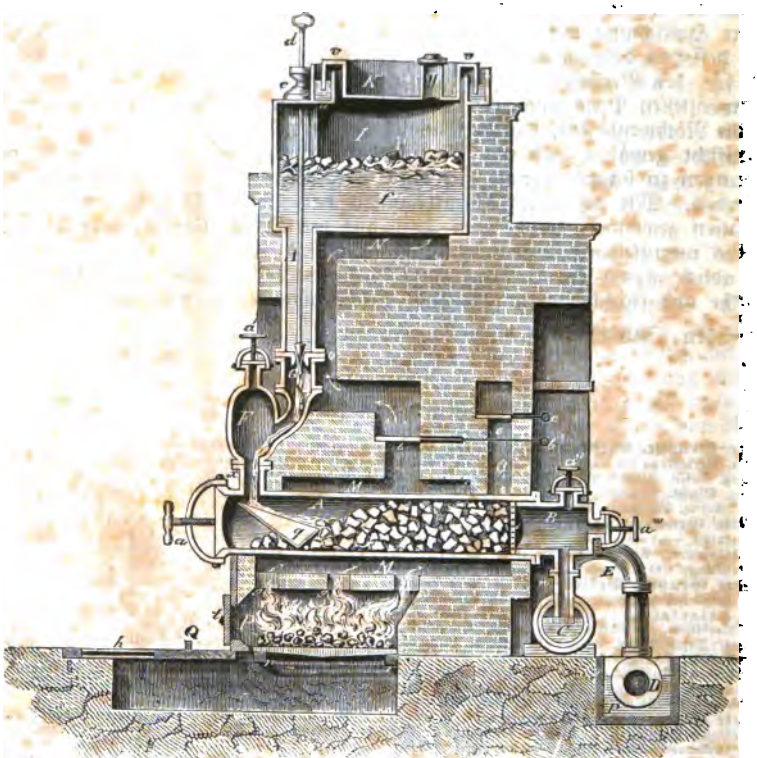
Das Lehrbuch der »Chemischen Technologie« wird einen Band von 50 bis 60 Bogen bilden und in Lieferungen von 5 — 6 Bogen, so oft als thunlich in Doppellieferungen von 10 — 12 Bogen, ausgegeben werden. Der Preis jeder Lieferung ist 10 Sgr. = 45 Kr. Rheinl. Die Lieferungen sollen sich so rasch folgen, daß das ganze Werk binnen Jahresfrist vollständig in den Händen des Publikums sein möchte.

Um über die Holzschnitte urtheilen zu können, haben wir einen derselben, dem Werke entnommen, diesem Prospectus beigedruckt.

Braunschweig, Januar 1844.

Friedrich Vieweg und Sohn.

Der Chaussenet'sche Harz-Gas-Apparat.



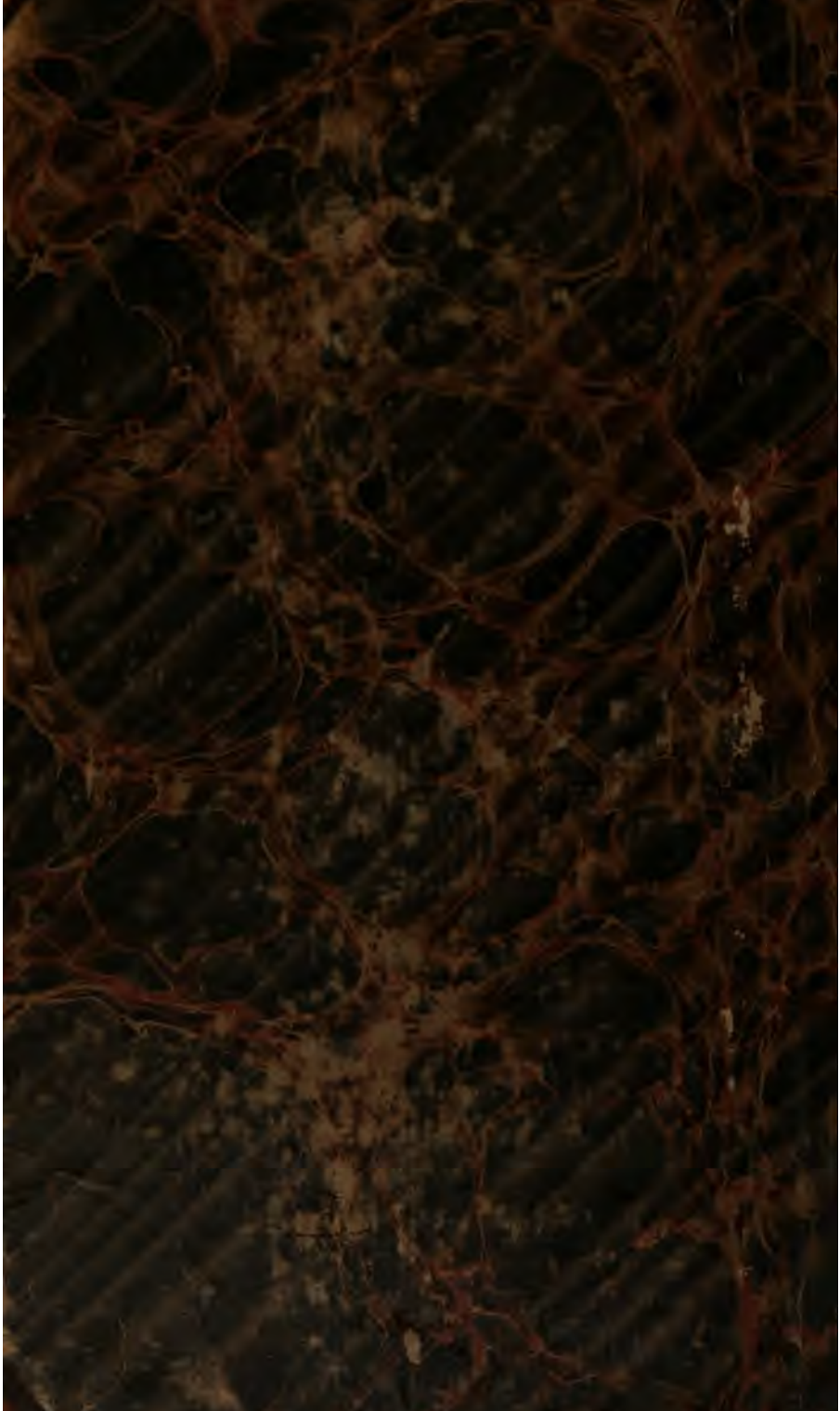
14 DAY USE
RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED

LOAN DEPT.

This book is due on the last date stamped below, or on the date to which renewed.
Renewed books are subject to immediate recall.

15 JAN'65VB
REC'D LD
DEC 1 1'64-10 AM
JUL 10 1986
RECEIVED BY
JUN 3 1986
CIRCULATION DEPT.

LD 21A–40*m*-11,'68
(E1602s10)476B

General Library
University of California
Berkeley

GENERAL LIBRARY - U.C. BERKELEY
B000878029